Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

57. Jahrgang

1936

I. Halbjahr

Berlin
Im Buchhandel durch Julius Springer
1936

Inhaltsverzeichnis.

(I. Halbjahr 1936)

A. Sachverzeichnis.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

II. Persönliches.

III. Schrifttum.

Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ).

Neue Zeitschriften.

Eingänge.

Buchbesprechungen.

IV. Verbandsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Fassungen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

Normblätter.

Prüfstelle des VDE.

Mitgliederversammlung.

Verschiedenes.

Gau Berlin-Brandenburg
(vormals Elektrot. Verein).

Einladungen.

Sitzungsberichte.

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang **Berlin, 2. Januar 1936** **Heft 1**

Das Kraftwerk an der Odertalsperre.

Von Dipl.-Ing. K. **Pauck**, Osterode (Harz).

621. 311. 21

Übersicht. Nach kurzer Schilderung des bisher durchgeführten Bauplanes wird das im Herbst 1934 in Betrieb genommene Spitzenkraftwerk an der Odertalsperre im Südwestharz beschrieben. Durch Einbau einer Rückpumpanlage wird eine von wasserwirtschaftlichen Bindungen freie Energiebewirtschaftung erreicht. Das wegen der ungünstigen Rohrleitungsverhältnisse erforderliche erhebliche Schwungmoment wird zwecks Kostenersparnis erstmalig in Deutschland durch einen Wasserwiderstand für 6 kV ersetzt.

Durch das Westharz-Talsperrengesetz wurde es der Provinz Hannover ermöglicht, mit der Durchführung einer planmäßigen Wasserwirtschaft im Harz[1]) zu beginnen. Zur Durchführung dieser Aufgaben, die Hochwasserschutz und Landeskultur, Versorgung der Provinz Hannover und benachbarter Gebiete mit Trink- und Nutzwasser sowie Erzeugung elektrischer Energien vorsehen, wurde eine besondere Provinzialanstalt mit eigener Rechtsfähigkeit — die Harzwasserwerke der Provinz Hannover — gegründet.

Als erste Anlage, die alle drei Zwecke gleichzeitig erfüllen sollte, wurde in den Jahren 1927 bis 1931 oberhalb der Stadt Osterode a. Harz die Sösetalsperre mit 25 Mill m³ Fassungsraum bei 35 Mill m³ mittlerem Jahreszufluß erbaut.

Im Sommer 1932 kam das am Fuße des Sperrdammes errichtete Kraftwerk[2]) mit 1600 kVA Maschinenleistung in Betrieb. Der Hauptzweck der Sösetalsperre, die Trink- und Nutzwasserversorgung der teilweise unter unhaltbaren Zuständen leidenden Landkreise des Leinetals und Harzvorlandes, konnte erst im Sommer 1933 mit dem Bau einer 200 km langen Fernwasserleitung vom Harz über Hildesheim nach Bremen und einer am Fuße der Sperre errichteten Aufbereitungsanlage für 45 000 m³ Tagesleistung verwirklicht werden. Dieses Werk[3]) ist seit Anfang 1935 im Vollbetrieb.

Als zweite Anlage des Bauprogramms wurde in den Jahren 1928 bis 1934 die Odertalsperre bei Bad Lauterberg i. Harz erbaut. Da eine Trinkwasserversorgung aus dieser Sperre nicht vorgesehen war, wurde auf bessere Energieausnutzung Wert gelegt. Die Odertalsperre hat ein Fassungsvermögen von 30 Mill m³ bei einem mittleren Jahreszufluß von 66 Mill m³. Als Abschlußbauwerk für das Sperrenbecken wurde ähnlich wie an der Sösetalsperre ein geschütteter Erddamm ausgeführt, der aus drei Teilen besteht, dem Betonkern in der Mitte und den Dammschüttungen auf der Wasser- und der Luftseite. Die Höhe des Sperrdammes beträgt rd. 58 m bei rd. 310 m Kronenlänge.

Die Entnahme des Betriebswassers aus der Sperre erfolgt durch zwei voneinander unabhängige Leitungsstränge von je 2,50 m Dmr. Diese sind am südlichen Hang des Sperrenbeckens angeordnet worden. Die beiden verschieden hoch liegenden Einläufe sind trompetenartig auf 3 m Dmr. erweitert und können durch zwei auf schräger Rollbahn laufende Schützen abgeschlossen werden. Auf der gleichen Rollbahn können auch die vor den Einläufen sitzenden Rechen durch eine sinnreiche Greiferkonstruktion an den Schütztafeln zu Kontroll- und Reinigungszwecken herausgezogen werden. Die Bedienung des Windwerkes erfolgt vom Windenhaus aus, während ein Notschluß der Schützen durch Fernsteuerung vom Kraftwerk aus erfolgen kann (Abb. 1).

Abb. 1. Einlaufbauwerk und Windenhaus vor Beginn des Einstaus.

Die Entnahmeleitungen sind im wasserseitigen Dammteil als Eisenbetonstollen, im luftseitigen Teil als Betonstollen mit 7 mm Blechauskleidung ausgeführt. An der Stelle, an der die Leitungen den Dammkern durchdringen, sind zwei Schieberkammern mit Drosselklappen von 2500 mm lichtem Durchmesser als Schnellschlußglied angeordnet. Die Drosselklappen sind mit selbsttätiger Schließung ausgerüstet, die in Tätigkeit tritt, sobald die Wasserdurchfluß-Geschwindigkeit das normale Maß überschreitet oder die Schieberkammern sich infolge Undichtigkeiten über ein bestimmtes Maß mit Wasser füllen. Außerdem können die Drosselklappen ebenfalls vom Krafthaus aus ferngesteuert geschlossen werden. In einem Schacht am luftseitigen Dammfuß vereinigen sich die beiden Rohrleitungen in einem Hosenrohr von 3350 mm lichtem Durchmesser, an das die Verteilrohrleitung mit zwei Turbinenabzweigen von je 2150 mm, einem Pumpenabzweig von 1450 mm und dem Grundablaßabzweig von 1600 mm Dmr. bis zu den Maschinendrosselklappen bzw. dem Grundablaß-Regelschieber anschließt. Die Gesamtanordnung ist aus dem Lageplan (Abb. 2) ersichtlich.

Die Größenbestimmung der Kraftanlage erfolgte auf Grund der Abflußverhältnisse der Oder an der Sperrstelle

[1]) S. a. F. Collorio, Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 725.
[2]) S. a. K. Pauck, Escher Wyss. Mitt. 6 (1933) H. 4, S. 99.
[3]) F. Collorio, Gas- u. Wasserfach 78 (1935) H. 24, S. 470.

aus 10 früheren Beobachtungsjahren. Es stand von vornherein fest, daß die Ausnutzung des gespeicherten Wassers nur zur Spitzenstromerzeugung in Frage kam, da sich an der Gewinnungsstelle des Bodenmaterials für die luftseitige Dammschüttung günstige Abmessungen für ein Unterwasser- bzw. Ausgleichsbecken von selbst ergaben, und auch die Rohrleitungen bereits durch die von der Aufsichtsbehörde festgesetzte Grundablaßleistung solche Abmessungen erhielten, daß ohne Kostenerhöhung die Entnahme und der Ausgleich einer Spitzenwassermenge möglich waren. Nach dem Westharz-Talsperrengesetz steht die gesamte gewonnene Energie der Preußischen Elektrizitäts AG. zur Verfügung. Diese verlangte eine möglichst gleichbleibende Garantieleistung in den acht Hauptbelastungsmonaten (Januar bis März und

A Einlaufbauwerk, *a*, *b* Betriebseinläufe, *c* Grundeinlauf
B Kernschieberkammer, *d*, *e* Drosselklappen
C Meß- und Stopfbuchsschacht
D Krafthaus, *f* Maschinen, *g* Grundablaß

Abb. 2. Lageplan der Odertalsperre.

August bis Dezember) für etwa 6 h je Werktag, insgesamt für mindestens 1000 Betriebsstunden in dieser Zeit. Bei dem sehr stark schwankenden Sperrengefälle von 22 bis 60 m stand die Forderung nach einer gleichbleibenden Leistung mit den Erfordernissen des nach rein landeskulturellen Gesichtspunkten aufzustellenden und zu betreibenden Wasserwirtschaftsplanes im Widerspruch. Die für eine günstige Energiebewirtschaftung erforderliche Freiheit und Unabhängigkeit von wasserwirtschaftlichen Bindungen ließ sich nur durch den Einbau einer Rückpumpanlage schaffen, die aus einem entsprechend großen Unterwasserbecken und einer Pumpenanlage besteht. Da — wie oben erwähnt — ein großes Unterwasserbecken bereits vorhanden war, entstanden lediglich Mehrkosten aus der maschinellen Pumpenanlage selbst.

Unter diesen Gesichtspunkten wurden mehrere Energiewirtschaftspläne für verschiedene Ausbaugrößen aufgestellt, die als zweckmäßigste Ausbaugröße eine Installation zwischen 6000 und 8000 kW ergaben. Damit war die Aufgabe für den Turbinen- und Pumpenkonstrukteur festgelegt, Maschinen dieser Größenordnung zu schaffen, die bei einer Gefälleschwankung von 60 bis 22 m brutto eine möglichst gleichbleibende Generatorleistung bei gleicher Drehzahl, besten Wirkungsgraden, geringster Baulänge und günstigsten Preisen abgeben. Die Pumpe muß den gleichen Gefällebereich möglichst weit beherrschen, wobei die Leistung der Pumpe entsprechend der längeren Pumpzeit gegenüber der Turbinenarbeitszeit geringer ausgelegt werden kann.

Aus der großen Zahl der vorgeschlagenen Ausführungsmöglichkeiten blieben zur eingehenden Untersuchung drei Vorschläge:

a) 2 Turbinen und 1 Pumpe mit Drehzahlregelung,
b) 2 Turbinen und 1 Pumpe mit gleichbleibender Drehzahl,
c) 1 Turbine mit Wechselrad und 1 Pumpe.

Der Vorschlag c) bedeutete eine Beschränkung der Volleistung auf den am häufigsten vorkommenden Gefällsbereich von 30 bis 55 m netto. Der Vorschlag a) hatte gegenüber dem Vorschlag b) den Vorteil, daß die Pumpe im gesamten Gefällebereich arbeitet, die Drehzahlregelung ergab jedoch erhebliche Mehrkosten in der elektrischen Maschine und Ausrüstung. Die energiewirtschaftlichen Untersuchungen zeigten, daß eine Begrenzung des Pumpenarbeitsbereiches in Kauf genommen werden konnte, so daß die Mehrkosten für die Drehzahlregelung im vorliegenden Fall nicht vertretbar waren. Auch die zu jener Zeit gemachten Vorschläge über die Zusammenfassung von Turbine und Pumpe in einer Maschine mußten wegen der an die Turbine gestellten weitgehenden Forderung ausscheiden.

Die Entscheidung fiel dann für einen Maschinensatz, bestehend aus zwei Turbinen, einer Pumpe und einem Motorgenerator für gleichbleibende Drehzahl auf gemeinsamer Welle mit einer Generatorleistung von 6000 kW. Die Maschinen wurden von den Firmen I. M. Voith und Siemens-Schuckertwerke AG. geliefert.

Durch das Vorhandensein von zwei Turbinen konnte eine günstige Anpassung an die Gefälleschwankung erzielt werden. Bei niedrigem Gefälle werden zur Erreichung der Vollast beide Turbinenlaufräder beaufschlagt, und zwar bei steigendem Gefälle so lange, bis die Beaufschlagung etwa auf die Hälfte zurückgegangen ist. Von hier ab (etwa 37 m Nettogefälle) kann bei weiter steigendem Gefälle die Volleistung mit nur einem Laufrad erzeugt werden, welches zuerst voll und dann immer mehr teilbeaufschlagt betrieben wird. Eine starke Überschreitung des Konstruktionsgefälles eines Laufrades nach oben oder unten bringt eine Wirkungsgradverschlechterung durch falsches Anströmen des Laufrades mit sich und setzt das Laufrad der Korrosionsgefahr aus. Um diese Nachteile zu vermindern, wurden die Laufräder zunächst aus Bronze hergestellt und die eine Turbine mit einem Hochgefälle-Laufrad (Konstruktionsgefälle 45 m), die andere Turbine mit einem Niedergefälle-Laufrad (Konstruktionsgefälle 28 m) ausgerüstet. Sollten die Maschinen längere Zeit im Gefällebereich unter 37 m arbeiten müssen, so kann das Hochgefälle-Laufrad in Turbine *I* ebenfalls gegen ein Niedergefälle-Laufrad ausgewechselt werden. Hierdurch ergeben sich etwas bessere Wirkungsgrade (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Turbinendaten.

	2 Turbinen Nieder- und Hochgefälle-Rad		2 Turbinen Niedergefälle-Rad		1 Turbine Hochgefälle-Rad	
Nettogefälle . . . . m	25	37	25	37	37	60
Wassermenge . . m³/s	33,6	22,6	31,6	22,1	21,4	14,5
Drehzahl	300		300		300	
Leistung . . . . . PS	8800*)	8800**)	8800*)	8800**)	8800*)	8800**)
Wirkungsgrad . . . . %	78,5	79	83,5	80,5	83	76
höchst. Wirkungsgrad %	84		88		88,5	
bei Gefälle . . . . . m	27		27,5		42	

*) bei voller **) bei teilweiser Beaufschlagung.

Die Pumpe ist eine einstufige Doppelpumpe mit feststehendem Leitapparat. Da die Pumpe im Hinblick auf das große Netz mit Volleistung (4300 PS) eingeschaltet werden kann, konnte auf den beweglichen Leitapparat verzichtet werden. Zum Abschließen dient ebenso wie bei den Turbinen eine Drosselklappe, die wie die übrigen hydraulischen Hilfsgeräte mit Öldruck betätigt wird und als Schnellschlußteil ausgebildet ist. Um einen dichten Ab-

schluß der Drosselklappen zu erreichen, haben diese eine besondere Schlauchdichtung erhalten.

Die Kennzahlen für die Pumpe sind:

Höchste Förderhöhe	m	50	27
Fördermenge	m^3/s	5,1	8,5
Drehzahl	U/min	300	
Kraftbedarf	PS	4070	4160
Wirkungsgrad	%	83	73,5

Die Synchronmaschine leistet als Generator 7900 kVA bei $\cos\varphi = 0,78$ und 300 U/min (Durchgangsdrehzahl + 143 %). Die Spannung beträgt 6300 V, das Schwungmoment 137 tm^2. Als Motor leistet die Maschine im Pumpbetrieb 3500 kW (max. 5500 kW bei $\cos\varphi = 1$). Die Erregermaschine ist teilweise in den Läufer eingebaut, wodurch eine weitere Verkürzung der Maschinenbaulänge erreicht wurde (Abb. 3).

Auf den Einbau einer unter Last schaltbaren Kupplung wurde verzichtet. Erforderlichenfalls können Turbine *II* und Pumpe von Generator und Turbine *I* mechanisch getrennt werden.

a 6 kV-Schaltanlage *b* Relaistafel *c* Schalttafel *d* Steuerpult *e* Wasserwiderstand *f* Grundablaßschieber

Abb. 3. Grundriß des Kraftwerks.

Um die Verluste durch die leer mitlaufenden Turbinen- bzw. Pumpenlaufräder möglichst gering zu halten, werden die Spiralgehäuse der nicht in Betrieb befindlichen Maschinen belüftet, so daß die betreffenden Laufräder in Luft laufen. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt. Bei den Abnahmeversuchen wurden die Verluste für die leer in Luft mitlaufenden Turbinenräder zu je 33 PS, für das Pumpenrad zu 66 PS ermittelt. Die bei den Versuchen erreichten höchsten Wirkungsgrade betrugen bei Turbine *I* 89,4 %, bei Turbine *II* 91,7 %, d. i. eine nicht unbedeutende Verbesserung gegenüber den Garantiewerten.

Die im Verhältnis zum Gefälle sehr lange Rohrleitung ($L : H = 6 \cdots 14$) ergibt ungünstige Vorbedingungen für die Regelung der Turbinen. Zur Erzielung einer steten Geschwindigkeitsregelung wären unverhältnismäßig große Schwungmassen von rd. 460 tm^2 nötig gewesen; das Schwungmoment des Generators beträgt aber nur 110 tm^2 und konnte auf höchstens 200 tm^2 gebracht werden. Diese erheblichen Schwungmassen bedeuten große Mehrkosten im maschinellen wie auch im baulichen Teil wegen der größeren Baulänge des Maschinensatzes. Es wurde daher nach einer anderen Möglichkeit gesucht.

Da das Kraftwerk gewöhnlich mit dem großen Netz der Preußenelektra über eine eigene 60 kV-Leitung parallel arbeitet und damit die Maschine durch das Netz in Takt gehalten wird, hätte auf eine eigene Geschwindigkeitsregelung notfalls verzichtet werden können, wenn nicht die Forderung bestanden hätte, daß das Kraftwerk in Störungsfällen einen bestimmten Netzteil selbständig versorgen muß. So kam es zu dem Vorschlag, einen elektrischen Wasserwiderstandsregler zu verwenden. Derartige Regler waren bisher nur für kleine Leistungen und vor allem nur für niedrige Spannungen verwendet worden. Außerdem besitzen diese Regler den Nachteil zusätzlicher Verluste. Auf Grund der Erfahrungen, die mit einem ähnlichen Regler einfacher Form für 8000 kW und 4000 V in Südamerika gemacht wurden und der überschlägigen Preisermittlungen, die einen Minderpreis von 12 000 RM für den Wasserwiderstand gegenüber einem besonderen Schwungrad für 350 tm^2 ergaben, wurden folgende drei Lösungen eingehend untersucht:

a) Schwungmoment im Generator 110 tm^2 (normal) mit elektrischem Wasserwiderstandsregler für 6000 kW bei 6000 V. 3 Lager, Baulänge des Maschinensatzes $L = 18$ m,

b) Schwungmoment im Generator 200 tm^2 und getrenntes Schwungrad für 260 tm^2. 4 Lager, $L = 20$ m,

c) Schwungradgenerator für 460 tm^2, 3 Lager, $L = 18,7$ m.

Unter Berücksichtigung der baulichen Kosten sowohl für die Unterbringung des Wasserwiderstandes wie für die Verlängerung des Maschinenhauses in den Fällen b) und c) ergaben diese beiden Vorschläge Mehrkosten von etwa 40 000 RM gegenüber Vorschlag a).

Der Kühlwasserbedarf für den Wasserwiderstand beträgt 86 l/s (nach Messungen bei den Abnahmeversuchen), was bei mittlerem Gefälle einen Leistungsverlust von rd. 35 PS bedeutet. Da der Wasserwiderstand im allgemeinen nur bei dem sehr seltenen selbständigen Betrieb des Kraftwerkes benötigt wird, sind diese zusätzlichen Verluste verhältnismäßig klein. Dagegen treten die Verluste durch das zusätzliche Schwungmoment, die etwa 25 bis 30 PS betragen, dauernd bei jedem Betrieb, auch beim Pumpenbetrieb auf. Damit fiel die Entscheidung zugunsten des Vorschlages mit Wasserwiderstandsregelung, da diese als „nicht wassersparende Regeleinrichtung" bezeichnete Regelung neben dem Unterschied in den Anlagekosten auch geringere Betriebsverluste ergab. Die Wartung ist die gleiche wie an anderen elektrischen und hydraulischen Geräten.

a mit Geschwindigkeitsregler $GD^2 = 460$ tm^2, $T_s = 6,7$ s
b mit elektrischem Widerstandsregler $GD^2 = 110$ tm^2, $T_s = 2,5$ s
c mit elektrischem Widerstandsregler $GD^2 = 200$ tm^2, $T_s = 2,5$ s
× Abnahmeversuch $GD^2 = 137$ tm^2, $T_s = 3$ s

Abb. 4. Regler-Kennlinien.

Es sei schon an dieser Stelle erwähnt, daß dieser Wasserwiderstandsregler nach einigen anfänglichen Schwierigkeiten bei den Versuchen und der Einstellung die an ihn gestellten Erwartungen bisher voll erfüllt hat. Da diese Art der Regelung von den Rohrleitungsverhältnissen unabhängig ist, waren die Ergebnisse sehr günstig (Abb. 4). Zu bemerken ist noch, daß die Drehzahländerungen infolge Verwendung des Wasserwiderstandes im Gegensatz zum Geschwindigkeitsregler für Ent- und Belastungen und bei allen Gefällen gleich sind.

Der Wasserwiderstandsregler besteht aus einem doppelten Hebel, auf dessen einer Seite der Elektrodenapparat und die Stromzuführung angebracht sind. Auf seiner anderen Seite befindet sich ein Gegengewicht. Der Elektrodenapparat (Abb. 5) besteht aus vier verzinkten Eisenblechplatten, parallel mit 50 cm Plattenabstand angeordnet. An den Elektrodenspitzen sind kugelig gerundete Stäbe aus Reinnickel angeschraubt, die mit Rücksicht auf die hohe Spannung dauernd in das Wasser eintauchen.

Die Bewegung des Hebelarms erfolgt durch einen normalen hydraulischen Geschwindigkeitsregler. Das Pendel dieses Reglers wird mittels eines kleinen Synchronmotors von 5 PS angetrieben, der über einen Transformator von dem zu regelnden Netz gespeist wird und praktisch mit diesem synchron läuft (Abb. 6).

Abb. 5. Elektroden-Apparat des Wasserwiderstandes.

Bei einer plötzlichen Entlastung im Netz vernichtet der Widerstandsregler durch Eintauchen der Elektroden in einen Wasserbehälter die überschüssige Energie. Der umgekehrte Vorgang tritt bei einer zusätzlichen Belastung im Netz ein, indem die Eintauchtiefe des Elektrodenapparates entsprechend verringert wird. Durch eine elektrische Nachführung der Turbinenleitapparate in Abhängigkeit von der Widerstandsreglerstellung ist jedoch die zur Vernichtung kommende Energiemenge auf ein bestimmtes, von den Netzverhältnissen abhängiges Mindestmaß begrenzt. Der Widerstandsregler ist in die gesamte Steuerung so eingeordnet, daß er im normalen Betrieb nur in Bereitschaft liegt, bei einem Störungsfall aber die selbständige Geschwindigkeitsregelung für den abgetrennten Netzteil übernimmt (Abb. 7). Außerdem ermöglicht der Widerstandsregler ein leichtes und sicheres Parallelschalten, das im vorliegenden Fall nach Ablauf der Anlaufvorgänge durch schlupfunabhängige Parallelschalteinrichtung durchgeführt wird und wodurch gleichzeitig eine tägliche Überprüfung des Wasserwiderstandes auf seine Betriebsbereitschaft gewährleistet ist.

Der Wasserwiderstandsregler verdient wegen seiner günstigen Arbeitsweise und der unter bestimmten Voraussetzungen zu erzielenden Kostenersparnis die größte Beachtung.

Abb. 6. Regler für den Wasserwiderstand.

Die Steuerung des Maschinensatzes ist zur Erzielung einer möglichst einfachen Betriebsführung so durchgebildet, daß der Anfahrbefehl den selbsttätigen Ablauf der Anlaßvorgänge auslöst, sobald die Betriebsbereitschaft hergestellt ist. Diese und die übrige Bedienung des Maschinensatzes erfolgt von Hand, die Handbedienung ist jedoch im Steuerpult auf der Schaltbühne zusammengefaßt. Diese Steuerung ist von uns als „Zentrale Handbedienung mit Selbstanlauf" bezeichnet und stellt eine Verbindung von normaler Handbedienung mit neuzeitlicher Automatik in einer der Größe des Werkes entspre-

a Turbinen
b Motor-Generator
c Pumpe
d Maschinenschalter
e Schalter für Wasserwiderstand
f Überstrom-Relais
g Wasserwiderstand
h Regler
i, k Reglerölpumpe
l Synchronmotor
m Überwachungs-Relais
n Transformator
o elektrische Drehzahlverstellung
p, q Kontaktwerk zur Nachsteuerung der Turbinen
r Endschalter

Abb. 7. Steuerungs-Schaltbild.

chenden Form dar. Auf diese Art kann der Maschinensatz vom Stillstand (Drosselklappen geschlossen) von einem einzigen Mann in 2 bis 3 min auf das Netz parallelgeschaltet sein. Das Steuerpult enthält sämtliche Steuergeräte für den elektrischen und hydraulischen Teil, die elektrischen und hydraulischen Meßinstrumente sowie ein Leuchtbild, das gestattet, den ganzen Ablauf der Inbetriebsetzungs- wie der Stillsetzungsvorgänge zu verfolgen und zu überprüfen.

Außerdem hat die Anlage Selbstüberwachung, so daß während des Laufs auftretende Unstimmigkeiten rechtzeitig gemeldet werden und, wenn nötig, der Maschinensatz selbsttätig abgeschaltet wird. In diese Überwachung sind die Rollschützen an den Einläufen sowie die Drosselklappen im Dammkern einbezogen.

Hinter dem Steuerpult ist die Bedienungsschalttafel aufgestellt, die neben den schreibenden Instrumenten die Schalter und Meßinstrumente für den Eigenbedarf und die Abzweige enthält (Abb. 8). Gleichzeitig schließt die Tafel den Raum für die 6 kV-Schaltanlage nach dem Maschinenraum hin ab. Da für die Schaltanlage nur ölfreie Schalter (Expansionsschalter), Wandler und Endverschlüsse verwendet wurden, konnte erheblich an Raum gespart werden, außerdem konnte in diesem Raum auch noch die Relaistafel (Schlitztafel) für die gesamte Schutzeinrichtung und die Steuerung aufgestellt werden. Die Apparate sind auf der Vorderseite aufgebaut, die Rückseite dient als Schaltfläche. Der große Vorteil dieser Bauart für umfangreiche Steuerungen hat sich auch an dieser Stelle wieder bewiesen.

Abb. 8. Blick in den Steuerstand.

Die Maschinenspannung von 6 kV wird in der hinter dem Krafthaus errichteten Freiluftschaltanlage auf die Leitungsspannung von 60 kV gebracht. Erfahrungen über die Bewährung der Freiluftanlagen in dem schnee- und kältereichen Harz konnten in diesem milden Winter noch nicht gesammelt werden.

Um die an sich abweichenden Forderungen der Wasserwirtschaft und der Kraftwirtschaft möglichst auszugleichen, liegt die gesamte Betriebsleitung in den Händen der Harzwasserwerke. Dabei wird der Kraftbetrieb jedoch voll nach den Anordnungen der Netzkommandostelle der Preußenelektra in Kassel geführt, mit der das Kraftwerk durch leitungsgerichtete Hochfrequenztelephonie in Verbindung steht. Außer dem normalen Einsatz in den sogenannten Garantiemonaten steht das Kraftwerk der Preußenelektra auch zum außerfahrplanmäßigen Einsatz sowie als Augenblicksreserve jederzeit zur Verfügung. Diesen Anforderungen kann entsprochen werden, da die früher erwähnte Rückpumpanlage gestattet, den Kraftbetrieb gegebenenfalls unabhängig von den wasserwirtschaftlichen Bindungen und trotzdem ohne Beeinträchtigung des nach landeskulturellen Gesichtspunkten aufgestellten Wasserwirtschaftsplanes zu führen, indem die zeitweise zusätzlich aus der Sperre entnommenen Wassermengen in belastungsschwachen Stunden aus dem Unterwasserbecken in die Sperre zurückgepumpt werden.

Bei der Söse- und Odertalsperre liegt im Gegensatz zu der meist geübten Gepflogenheit die wasserwirtschaftliche und kraftwirtschaftliche Betriebsführung in ein und derselben Hand. Dadurch ist vom Standpunkt des Allgemeininteresses aus gesehen die Vorbedingung für die günstigste Ausnutzungsmöglichkeit der Anlagen geschaffen. Trotzdem stehen die Kraftwerke der Netzkommandostelle des Stromabnehmers praktisch in gleicher Weise zur Verfügung wie unter eigener Leitung stehende Werke. Bisher haben sich sachliche Schwierigkeiten aus dieser Zusammenarbeit nicht ergeben, sie setzt jedoch eine entsprechende Abfassung der Strombezugs- und Betriebsverträge voraus.

Zusammenfassung.

Bei der beschriebenen Odertalsperre, die nicht der Trinkwasserabgabe dient, konnte eine weitgehende Kraftausnutzung erzielt werden, wobei es gelang, die vielseitigen, sich teilweise widersprechenden Einzelforderungen an eine wasserwirtschaftliche Anlage zu einem günstigen Gesamtergebnis zu vereinen. Durch die Rückpumpanlage wurden die wasserwirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Forderungen an die Anlage weitgehend voneinander unabhängig gemacht. Ein Wasserwiderstand als Regeleinrichtung ergab eine Senkung der Maschinen- und Betriebskosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Reglergenauigkeit. Auch für ein mittleres Wasserkraftwerk bringen die für Großanlagen entwickelten selbsttätigen Kraftwerkssteuerungen betriebliche und finanzielle Vorteile, wenn sie in einem den Wert und der Größe der jeweiligen Anlage entsprechend beschränkten Maße angewandt werden. Das Kraftwerk Odertalsperre arbeitet seit einem Jahr einwandfrei.

Herstellung der Aluminiumleiterverbindungen bei Kabeln.

621. 315. 687 : 621. 315. 53

Bei allen Verbindungsverfahren für Aluminiumleitungen in Kabeln sind deren besondere Werkstoffeigenschaften zu beachten: Weichheit, Neigung zur Oxydation und Korrosion sowie die Veränderung der Festigkeit mit der Temperatur. Für die Herstellung der Leiterverbindungen kommen Klemm- und Quetschverfahren, Lötung und Schweißverfahren in Betracht[1]).

Soll eine Verbindung durch Klemmen hergestellt werden, so ist auf große Übergangsflächen und ausreichenden Anpressungsdruck zu achten, und es empfiehlt sich, nach Ablauf einiger Zeit die Verbindungsstellen nach vorherigem Anwärmen noch einmal nachzuziehen. Soweit derartige Verbindungsstellen im Freien liegen, erscheinen sie unbedenklich, da sie beobachtet und jederzeit nachgezogen werden können. Liegen die Verbindungsstellen jedoch in Erde, so ist die Maßnahme des Nachziehens der Klemmstelle im Anschluß an die Montage zwar auch möglich, jedoch besteht stets eine gewisse Unsicherheit über ihren Zustand. Ein Beispiel hierfür ist die Tatzenklemme, mittels deren es bei Kupferkabeln möglich war, einen Ab-

[1]) K. Tonnemacher, VDE-Fachberichte 1935, S. 57. — Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) H. 28, S. 633.

zweig an ungeschnittene Leiter anzuschließen. Verwendet man die gleichen Klemmen auf Aluminiumleitern, so muß man unter dem Einfluß der Belastung bzw. der damit verbundenen Erwärmung mit einer allmählichen Verschlechterung des Übergangswiderstandes rechnen. Dies läßt Abb. 1 (Kurve *A*) erkennen, die das Ergebnis eines Ver-

A Al-Leiter, Erwärmung bis auf 55° C *B* Al-Leiter, unbelastet
C Cu-Leiter, Erwärmung bis auf 55° C

Abb. 1. Übergangswiderstand an einer Tatzenklemme in Abhängigkeit von der Zeit.

suchs widergibt und zeigt, daß das Nachziehen der Verbindung in diesem Falle keine Besserung brachte. Kurve *B* dieser Abbildung zeigt einen gleichbleibenden Übergangswiderstand bei unbelastetem Leiter, Kurve *C* bei einem belasteten Kupferleiter. Neuere Versuche mit breiteren und kräftigeren Tatzenklemmen scheinen übrigens zu einem brauchbaren Ergebnis geführt zu haben.

Abb. 2. Lötverbindungen an Aluminiumseilen.

Beim Löten handelt es sich vor allem um die Zerstörung der Oxydhaut auf den Aluminiumdrähten. Dies gelingt, indem man ein Aluminiumlot unter Erwärmung auf sie aufreibt und durch Bürsten zur Bindung bringt. Dazu müssen die einzelnen Drähte des Leiterseils entweder aufgebogen werden, um sie auf ihrem ganzen Umfang bearbeiten zu können, oder sie werden abgestuft und nur auf der Außenseite vorbehandelt (Abb. 2). Über die vorbehandelten Enden wird eine Schraubhülse oder ein Kabelschuh gebracht und mit Aluminiumlot ausgefüllt. Bringt man auf den vorbehandelten Drähten noch eine Schicht normalen Kupferlots auf, so können die Garniturteile auch mit Kupferlot ausgefüllt werden. Durch derartige Lötverbindungen ist auch die Verbindung von Aluminiumleitern und Kupferleitern möglich. Das Verfahren hat den Vorteil, daß zu seiner Ausführung besondere Montagegeräte nicht erforderlich sind; es bedingt jedoch sehr viel Sorgfalt und einen gewissen Mehraufwand an Zeit.

Abb. 3. Schweißverbindungen nach dem Gießverfahren.

Die Gasschweißung bietet bei Aluminiumkabeln keine Schwierigkeiten. Sie wird meist mittels Wasserstoff-Sauerstoff- oder Benzol-Sauerstoff-Flammen bei Verwendung eines Flußmittels ausgeführt. Die Anfertigung derartiger Verbindungen setzt gewisse handwerkliche Fertigkeiten voraus.

Mit Vorteil wird auch die elektrische Schweißung angewandt, die den Vorteil hat, daß man dabei kein Flußmittel benötigt, und daß die Ausführung verhältnismäßig einfach ist. Als Nachteil ist der hohe Preis der aus einem Stromerzeuger und einem Transformator bestehenden Einrichtung zu erwähnen.

Neu ist das Verfahren der Schweißung mittels Übergießens der Verbindungsstelle mit flüssigem Aluminium von etwa 850 ° C. Das in einem einfachen Holzkohleofen in einem Graphittiegel geschmolzene Aluminium wird in eine Form gegossen, die um die Verbindungsstelle gesetzt ist. Dort schmilzt es die Leiterenden bei Anwesenheit eines Flußmittels; nach Abkühlung sind sie zu einem Block zusammengeschweißt, an dem jeder einzelne Draht gebunden hat (Abb. 3). Das Verfahren eignet sich sowohl für Leiterverbindungen, wie auch zum Anschweißen von Kabelschuhen und zur Herstellung von Abzweigen, die auch unter Spannung und Belastung ausgeführt werden können. Die für die Ausführung derartiger Schweißungen erforderlichen Kenntnisse sind leicht zu erwerben. Die Kosten für die erforderlichen Geräte sind nicht hoch und erstrecken sich auf die Beschaffung geeigneter Öfen, Gießformen und Tiegel. *Ksr.*

Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Verlustwinkel von Isolierstoffen bei Hochfrequenz.

Von H. Schwarz VDE, München.

537. 311. 312 : 621. 315. 61. 029. 5

Übersicht. Die Einwirkung der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Verlustwinkel verschiedener Isolierstoffe wird im Frequenzgebiet von 10^5 bis 10^7 Hz näher untersucht*).

Die in den letzten Jahren von verschiedenen Stellen veröffentlichten Tafeln über die Hochfrequenzverluste von Isolierstoffen geben an einem Stoff ermittelte Bestwerte an. Oft weichen aber die an verschiedenen Instituten gemessenen Werte beträchtlich voneinander ab, und auch in der Anwendung ergeben sich manchmal größere Verluste, als nach den vorhandenen Tafeln zu erwarten wäre.

Die Hauptursache dieser Unterschiede dürfte wohl in der Verschiedenheit der äußeren Bedingungen zu suchen sein, unter denen der Verlustfaktor bestimmt wurde. Oberfläche der Meßprobe, Elektrodenform, Temperatur, relative und absolute Luftfeuchtigkeit sind von maßgebendem Einfluß auf den ermittelten Wert. Über die Größe des Einflusses liegen wenig Ergebnisse vor. Nach bisherigen Erfahrungen[1]) ist zum größten Teil die relative Luftfeuchtigkeit der Grund für die vielfach auftretenden Differenzen im Verlustwinkel ein und desselben Stoffes. Natürlich fallen die Veränderungen um so mehr auf, je kleiner die Verluste der Isolierstoffe an sich sind. Die Wirkung dieses Einflusses kann man in einfacher Weise zeigen. Nimmt man z. B. eine geschliffene Platte aus Quarzglas oder aus einer hochwertigen keramischen Masse als Kondensatordielektrikum eines Resonanzkreises, dessen induzierte Spannung mit einem Röhrenvoltmeter gemessen wird, und haucht aus einer Entfernung von etwa einem halben Meter auf das Dielektrikum, so sinkt durch die Erhöhung der Kreisdämpfung die angezeigte Spannung um einen erheblichen Betrag. In dem Maße, wie sich die vermehrte relative Luftfeuchtigkeit gegen die Umgebung wieder ausgleicht, steigt dann auch wieder die Spannung, und nach einer Zeit von etwa 5 Minuten ist der alte Wert erreicht. Zur quantitativen Untersuchung des Einflusses der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Verlustwinkel wurde ein bereits an verschiedenen Stellen beschriebenes, nach dem Substitutionsverfahren arbeitendes Gerät benutzt[2]), wobei der Meßkreis im Vakuum arbeitete. Über die Vorrichtung, in welche das zu untersuchende Dielektrikum eingespannt wurde, konnte eine Glasglocke gesetzt werden, unter der verschiedene relative Luftfeuchtigkeiten in bekannter Weise[3]) erzeugt wurden. Zur Messung diente ein Haarhygrometer, das mit bekanntem Schwefelsäuregemisch geeicht war[4]). Die Temperatur war bei allen Untersuchungen 20 °C. Gleichzeitig mit der Verlustwinkelmessung konnte auch eine Bestimmung des Gleichstromwiderstandes vorgenommen werden. Um zur Feststellung des reinen Materialverlustes die letzte Spur von Feuchtigkeit aus der Probe zu entfernen, wurde die Glocke luftleer gepumpt. Dabei war darauf zu achten, daß die beiden Verbindungsleitungen von der Einspannvorrichtung zur Meßapparatur luftdicht und verlustarm durch die metallische Grundplatte führen. Kleine, durch den Aufbau hervorgerufene Verschiedenheiten der beiden Einspannvorrichtungen wurden teils ausgeglichen, teils bei den Meßergebnissen durch Korrektur berücksichtigt. Der Korrekturwert wurde versuchsweise für jede Kapazität durch Vergleich mit Luft als Dielektrikum bestimmt. Die Meßgenauigkeit des Tangens des Verlustwinkels betrug etwa $0{,}5 \cdot 10^{-4}$.

Als erstes wurde der Wert $\mathrm{tg}\,\delta$ einiger keramischer Proben in Abhängigkeit von der Frequenz sowohl im Vakuum als auch nach dreitägiger Lagerung in 90 % relativer Luftfeuchtigkeit aufgenommen (Abb. 1). Bemerkenswert ist, daß nicht alle Proben eine gleiche Erhöhung des Verlustwinkels aufweisen. Aus einer großen Anzahl von Messungen, die im Laufe eines halben Jahres durchgeführt wurden, deren Ergebnisse hier aber nur zum Teil gebracht werden können, Tafel 1, hat sich ergeben, daß

a in 90 % relativer Luftfeuchtigkeit
b im Vakuum

Abb. 1. Verlustwinkel einiger keramischer Proben in Abhängigkeit von der Frequenz.

Tafel 1. Einfluß der Feuchtigkeit auf den Tangens des Verlustwinkels verschiedener Isolierstoffsorten bei der Meßfrequenz 10^6 Hz.

Stoff	im Anlieferungszustand $10^4\,\mathrm{tg}\,\delta$	24 h unter Vakuum $10^4\,\mathrm{tg}\,\delta$	24 h in 90% rel. Luftfeuchtigkeit $10^4\,\mathrm{tg}\,\delta$
Keramische Proben:			
I. natürliche Brennhaut			
a)	8	6	9
b)	4	2,5	13
c)	12	9	18
II. natürliche Brennhaut m. Zinkbelag			
a)	5	2	7
b)	20	15	28
III. natürliche Brennhaut m. Paraffinüberzug			
a)	3	2	5
b)	4	3	11
IV. Oberfläche geschliffen:			
a)	5	2	20
b)	12	5	60
Quarzglas geschliffen:			
a)	2	1,5	10
b)	3	1,5	12
Glimmer	2	1,7	4
Kunststoffe:			
a)	2	2	6
b)	16	15	24
Hartpapier:			
a)	250	230	330
b)	430	420	460

*) Mitteilung aus dem Physikalisch-technischen Entwicklungslaboratorium, München.
[1]) Arch. techn. Messen (1935) V 3447—2.
[2]) L. Rohde u. J. W. Schlegelmilch, ETZ 54 (1933) S. 581.
[3]) VDE 0308; ferner F. Moench, ETZ 50 (1929) S. 929.
[4]) Friedrich Kohlrausch: Lehrbuch der prakt. Physik, 17. Aufl., S. 233; Leipzig-Berlin: B. G. Teubner 1935.

je nach Zusammensetzung und Beschaffenheit der Meßproben der tg δ nach Lagern in 90 % relativer Luftfeuchtigkeit sich ebensogut um 10 % als auch um eine Zehnerpotenz vergrößern kann. Von ausschlaggebender Bedeutung sind dabei natürlich die hygroskopischen Eigenschaften. Dieselben treten auch je nach Beschaffenheit der Oberfläche mehr oder weniger in Erscheinung. Proben mit geschliffener Oberfläche sind allgemein viel anfälliger als solche mit natürlicher Brennhaut oder belegter Oberfläche.

Wie auch aus Abb. 1 zu ersehen ist, ist der Verlustanstieg aller Proben bei langen Wellen stets größer als bei kurzen. Zur näheren Untersuchung wurden Messungen des Verlustwinkels in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit an einer keramischen Probe mit geschliffener Oberfläche bei vier verschiedenen Wellen vorgenommen (Abb. 2). Während bei einer Welle von 900 m der Tangens

Abb. 2. Verlustwinkel einer geschliffenen keramischen Probe bei 4 Wellenlängen, aufgenommen in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit.

Abb. 3. Zusammenhang zwischen Gleichstromwiderstand (*a*) und Verlustwinkel (*b*).

des Verlustwinkels bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit auf den siebenfachen Wert gestiegen ist, beträgt die Erhöhung bei 30 m nur etwa den fünffachen Betrag. Dieser Unterschied nimmt mit abnehmender relativer Feuchtigkeit sehr rasch ab. Schon bei 80 % ist bei allen Wellen eine gleiche prozentuale Erhöhung festzustellen. Eine Erklärung hierfür findet man bei gleichzeitiger Messung des Gleichstromwiderstandes der untersuchten Probe (Abb. 3). Die Feuchtigkeitshaut auf der Oberfläche der Probe bildet gleichsam einen Parallelwiderstand W zum Kondensator und ergibt einen Verlustwinkel, der sich aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{W \omega C}$$

errechnet und sich dem Verlustwinkel des Stoffes addiert. Da W und C konstant sind, nimmt tg δ mit abnehmendem ω linear zu. Bei den in Frage stehenden hohen Frequenzen wird der durch diesen Effekt hervorgerufene Anstieg des Wertes tg δ jedoch erst bei Luftfeuchtigkeiten über 80 % wirksam (Abb. 5 b). Der weitaus größte Teil der Verluste muß demnach rein dielektrischer Art und in den an der Oberfläche haftenden oder in die Poren des Stoffes eingedrungenen Wasserteilchen zu suchen sein. Daß es tatsächlich die zwischen den Elektroden sitzenden Flüssigkeitsteilchen sind, die den hohen Verlust erzeugen, ergibt folgender Versuch. Eine beiderseits planparallel geschliffene keramische Probe wird zwischen die ebenfalls geschliffenen Metallelektroden der Einspannvorrichtung gebracht und ohne Luftfeuchtigkeit gemessen. Dann wird die Umgebung plötzlich auf 90 % relative Feuchtigkeit gebracht und das Ansteigen des Verlustwinkels als Funktion der Einwirkungszeit bestimmt (Abb. 4). Nach achtstündiger Einwirkung ist der Verlustwinkel nur um 30 % gestiegen, wie die Kurve *I* zeigt. Dann wurde die Elektrode von der Probe genommen und die Probe eine Stunde lang freigelegt. Die nachfolgende Messung ergab den fünffachen Verlustwinkel. Wurde die Probe von Anfang an frei der Einwirkung ausgesetzt

I Elektroden dauernd fest aufgepreßt
II Elektroden nachträglich aufgelegt

Abb. 4. Verlustwinkel einer geschliffenen keramischen Probe in Abhängigkeit von der Einwirkungszeit feuchter Luft (90 %).

(Kurve *II*), so stieg bereits nach einer Stunde der Verlustwinkel auf den vierfachen Betrag an. Diese unmittelbar zwischen den Elektroden haftende Feuchtigkeitshaut darf auch als Ursache dafür angesehen werden, daß selbst metallisierte und mit Paraffin überzogene Proben bei Messungen, die ohne Berücksichtigung der äußeren Verhältnisse vorgenommen werden, von der reinen Materialkonstante abweichende Werte ergeben. Die außerordentlich kurze Zeit, in der das Ansetzen einer Feuchtigkeitshaut vor sich geht, macht jede Bestimmung der reinen Materialkonstanten fehlerhaft, die nicht im Trockenraum oder unter Vakuum erfolgt. *Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist selbst der Zeitraum zwischen dem Herausnehmen einer Platte aus dem Trockenofen und der Messung in der offenen Apparatur von merkbarem Einfluß.*

Für den Verbraucher von Isolierstoffen ist natürlich die Angabe der bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten möglichen Verluste mindestens ebenso wichtig wie die Kenntnis der reinen Materialkonstante. Wie ja aus den mitgeteilten Meßergebnissen zu ersehen ist, gibt der Bestwert des Verlustfaktors noch keineswegs ein Kriterium für das Verhalten des Stoffes unter äußeren Einflüssen. Veränderungen der Oberfläche durch nachträgliches Schleifen, feine Haarrisse, die oft erst nach der Bearbeitung an Kunststoffen auftreten, führen bei größeren Luftfeuchtigkeiten vielfach zu einer beträchtlichen Steigerung des Verlustfaktors. All diese Tatsachen lassen es wünschenswert erscheinen, daß von den Herstellerfirmen nicht nur die unter allen Vorsichtsmaßregeln bei pfleglichster Behandlung der Meßproben bestimmten reinen Materialkonstanten angegeben werden. Auf jeden Fall sollte zur Vermeidung von ungewollten Irreführungen immer genau angegeben werden, unter welchen Bedingungen der Verlustfaktor ermittelt wurde. Zusätze wie „Gemessen unter Vakuum", „Reine Materialkonstante", „Gemessen bei 70 % relativer Luftfeuchtigkeit, Oberfläche der Meßprobe geschliffen" usw. geben für den Verbraucher erst das richtige Bild für die Güte und Eigenschaften des anzuwendenden Isolierstoffes.

Zusammenfassung.

Verlustfaktormessungen an verschiedenen Isolierstoffen ergeben bei Vorhandensein einer mehr als 50 % betragenden relativen Luftfeuchtigkeit höhere Werte als die allgemein bekannten Verlustfaktoren. Die zusätzlichen

Verluste steigen mit zunehmender Luftfeuchtigkeit und abnehmender Frequenz verschieden stark an. Leitfähigkeitsmessungen ergeben, daß nur ein geringer Teil der Zusatzverluste durch Oberflächenleitung der Meßproben erklärt werden kann. Es handelt sich vielmehr hauptsächlich um rein dielektrische Vorgänge. Von wesentlichem Einfluß ist auch die Oberflächenbeschaffenheit der Meßproben. Verfasser regt an, daß bei allen Angaben von Verlustfaktoren die äußeren Verhältnisse, unter denen die Messung erfolgt, gekennzeichnet werden.

Berücksichtigung mechanischer Vorspannungen im Elektromaschinenbau.

Von Dr.-Ing. Karl Waimann, Nürnberg.

621. 313-2 : 531. 8

Übersicht. Vergleiche mit einfachen Federsystemen ergeben, daß mechanische Vorspannungen, besonders im Elektromaschinenbau, bei der Ermittlung der betriebsmäßig auftretenden Gesamtspannungen nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. An einigen grundlegenden Beispielen aus der Praxis wird die Größe der entstehenden Spannungsbeeinflussung gezeigt.

In der Praxis besteht vielfach die irrtümliche Ansicht, daß mit einer Vorspannung versehene Konstruktionsteile von äußeren Kräften weder zusätzlich beansprucht, noch zusätzlich gedehnt werden können, wenn diese für sich Spannungen hervorrufen, die kleiner als die Vorspannung sind[1]). Als Erklärung dafür dient meist der Vergleich mit einer nach Abb. 1 vorgespannten Feder, bei der tatsächlich erst dann eine weitere Dehnung und damit eine weitere Beanspruchung dieser auftritt, wenn Gewichte G angehängt werden, deren Größe die Federvorspannung überschreitet.

Abb. 1. Modell der Vorspannung bei unelastischer Unterlage.

Diese Überlegung stimmt jedoch nur dann, wenn der vorgespannte Maschinenteil gegen eine absolut unelastische Unterlage drückt, bzw. praktisch auch dann, wenn die Elastizität der Unterlage gegenüber der der Feder vernachlässigbar klein ist. Ist dies aber nicht der Fall, ist z. B. der Fall nach Abb. 2 gegeben, dann ist selbst die kleinste äußere Kraft imstande, die bestehenden Spannungen noch weiterhin zu vergrößern.

Hat die Zugfeder die Federkonstante C_z und haben die beiden Druckfedern zusammen die Federkonstante C_d, so ergibt sich das in Abb. 3 dargestellte Schaubild. Aus diesem erhellt ohne weiteres, daß beim Anhängen eines noch so kleinen Gewichtes G die Gleichgewichtslage verschoben, die Zugfeder also weiter gedehnt und beansprucht wird.

Abb. 2. Vorspannung bei elastischer Unterlage.

Bedenkt man nun, daß es im Maschinenbau üblich ist, Vorspannungen zu wählen, die nahe an der Streckgrenze des betreffenden Werkstoffes liegen, so erkennt man ohne weiteres, welch große Gefahr die eingangs erwähnte irrtümliche Auffassung in sich birgt. An Hand von Beispielen aus der Praxis wird später noch gezeigt werden, daß gerade im Elektromaschinenbau dieser Fall an wichtigen Bauteilen ziemlich häufig vorkommen kann. Aber auch für den allgemeinen Maschinenbau ist diese Erkenntnis von nicht geringer Bedeutung.

[1]) Vgl. Rziha u. Seidener: Starkstromtechn. 6. Aufl., 1. Bd., S. 424 u. 431; Berlin: Wilhelm Ernst u. Sohn.

Unter Spannung stehendes Federnsystem.

Abb. 3 zeigt den Spannungsverlauf der nach Abb. 2 angeordneten Federn. Die ungespannte Länge der Zugfeder ist l_z, die der Druckfedern l_d. Unter der gegenseitigen Einwirkung der Federn ergibt sich im Punkte I eine Gleichgewichtslage, in der die Federn stehen bleiben. In dieser Stellung ist die Zugfeder um den Betrag f_{z_0} gedehnt und die Druckfedern sind um den Betrag f_{d_0} zusammengedrückt. Die Kraft, mit der die Zugfeder an dieser Stelle auf die beiden Druckfedern einwirkt, sei P_0. Sie ist natürlich gleich jener Kraft, mit der die Druckfedern auf die Zugfeder einwirken. Die am Ende der Zugfeder angebrachte Waagschale ist dabei unbelastet angenommen.

Abb. 3. Spannungsverlauf der Federanordnung Abb. 2.

Legt man jedoch das Gewicht G in die Schale, so wirkt dieses im Sinne der Zugfeder, und dem P_0 der Druckfedern wirkt eine Kraft $P_0 + G$ entgegen, was die Einstellung einer neuen Gleichgewichtslage zur Folge hat. Dies erfolgt im Punkt II; die Dehnung der Zugfeder an dieser Stelle sei f_z und die Zusammendrückung der Druckfedern f_d. Die Kraft, die hier die Zugfeder hat, sei P_z und die, mit der die Druckfedern gegendrücken, sei P_d. Dann bestehen folgende Beziehungen:

$$P_z = P_d + G\,; \quad P_z = C_z f_z\,; \quad P_d = C_d f_d\,;$$

$$P_0 = C_z f_{z_0} = C_d f_{d_0}\,; \quad f_z - f_{z_0} = f_{d_0} - f_d = f\,.$$

Aus diesen Beziehungen ergibt sich:

$$P_z = P_0 + \frac{C_z}{C_z + C_d}\, G\,. \tag{1}$$

Man ersieht hieraus, daß die Spannung der Zugfeder durch Auflegen von Gewichten bis zur Höhe der Federvorspannung nur dann nicht vergrößert wird, wenn $C_d/C_z = \infty$ ist, der Fall Abb. 1 also vorliegt. Für den Fall Abb. 2 dagegen ist je nach der Größe von C_d/C_z stets mit einer mehr oder weniger großen Spannungssteigerung zu rechnen.

Werkstücke verhalten sich wie Federn.

Mit einigen wenigen Ausnahmen zeigen die im Maschinenbau gebräuchlichen Werkstoffe alle die Eigenschaft, daß ihre Längenänderungen den sie erzeugenden Spannungen proportional sind. Es sind bei gleichbleibendem Querschnitt F daher auch die absoluten Längenänderungen ΔL den sie hervorrufenden Kräften P proportional. Das Verhältnis $P/\Delta L$ ist also konstant, es ist die Federkonstante des Werkstückes. Es ist aber:

$$P = F\sigma = FE\left(\frac{\Delta L}{L}\right).$$

E ist die Elastizitätszahl. Damit ergibt sich ganz allgemein für ein Werkstück von gleichbleibendem Querschnitt und von gleichartiger Beschaffenheit die Federkonstante

$$C = \frac{P}{\Delta L} = \frac{EF}{L}. \qquad (2)$$

Ferner ergibt sich aus Gleichung (1) durch Division mit F die Gleichung:

$$\sigma_z = \sigma_0 + \frac{C_z}{C_z + C_d}\sigma_G, \qquad (3)$$

wenn σ_z die Gesamtspannung des mit Vorspannung σ_0 aufgezogenen Konstruktionsteiles ist und σ_G die betriebsmäßig auftretende Spannung bedeutet.

Das Vorstehende hat aber auch für jene Stoffe mit großer Annäherung Gültigkeit, für die das Hookesche Gesetz nicht zutrifft. Bei diesen Stoffen ist das C als veränderliche Größe anzusehen und in die Rechnung ist jener Größenwert von C einzusetzen, der der betreffenden Spannung entspricht. Je genauer dieser geschätzt wird, desto weniger weicht das Rechnungsergebnis von der Wirklichkeit ab.

Unterlagen von uneinheitlicher Beschaffenheit.

Liegt ein Maschinenteil auf einer Unterlage von uneinheitlichem Querschnitt (z. B. Schrumpfring auf verdübelter Radnabe) oder von uneinheitlichem Werkstoff (z. B. Schrumpfring auf Kommutator-Stegpaket oder Bandagen auf Läufer- oder Ankerwicklung) mit Vorspannung auf, so kommt dies, mit Abb. 2 verglichen, einer Anordnung mit beiderseits mehreren hintereinander geschalteten Druckfedern gleich. Diese verhalten sich aber bekanntlich wie eine einzige Feder, deren Federkonstante der Bedingung genügt, daß ihr reziproker Wert gleich ist der Summe der reziproken Werte der einzelnen Druckfedern. Es ist also:

$$\frac{1}{C_d} = \frac{1}{C_{d_1}} + \frac{1}{C_{d_2}} + \frac{1}{C_{d_3}} \cdots + \frac{1}{C_{di}}. \qquad (4)$$

Anwendungsbeispiele.

Berechnung von Wicklungsbandagen. Der außerhalb des Eisens liegende Teil einer Ankerwicklung hat ein Gewicht von 2½ kg und einen Schwerpunktradius von 7,75 cm. Er wird durch eine Stahldrahtbandage von $i = 30$ Windungen von der Stärke $d = 0{,}8$ mm zusammengehalten. Der Bandagendraht, der eine Streckgrenze von 120 kg/mm² besitzt, wird beispielsweise mit einer Vorspannung von 70 kg/mm² aufgezogen. Würde man ihn bis zur Höhe der Vorspannung belasten, so würde sich damit eine höchstzulässige Ankerdrehzahl von $n =$ 5500 U/min errechnen. Wir wollen diesen Fall einmal annehmen und prüfen, um wieviel diese Vorspannung durch die Fliehkraft überschritten wird.

Für die Bandage gilt: $F = i \cdot \pi d^2/4$ und $L = D \cdot \pi$; $D = 17{,}5$ cm = mittlerer Schwerpunktsdurchmesser der Bandage, $E = 2{,}2 \cdot 10^6$ kg/cm². Daher ist nach Gl. (2) die Federkonstante der Bandage $C_z = 6000$. Die Federkonstante der Wicklung ist nicht so einfach zu rechnen, da diese aus Kupfer, Isolation und der Verkeilung besteht. Dem Vorstehenden gemäß ist für jedes Material die zugehörige Federkonstante zu rechnen, womit sich dann die resultierende Federkonstante C_d nach Gleichung (4) ergibt.

Der Querschnitt des ausgekeilten Teiles der Wicklung (eines Ringes von $D_s = 15{,}5$ cm) beträgt $F = 5$ cm². In diesem Ring beträgt der Kupferanteil 51 %, der Anteil der Isolation 31 % und der der Verkeilung 18 % seines Schwerkreisumfanges. Die Werte L haben daher die Größen: 25 cm für den Kupfer-, 15 cm für den Isolations- und 9 cm für den Verkeilungsanteil. Die Werte E betragen für das Kupfer $1{,}15 \cdot 10^6$, für die Isolation bei der vorliegenden Pressung von 270 kg/cm² (siehe Abb. 4) 2830[2]) und für die Verkeilung 140 000 kg/cm² (im Laboratorium gemessene Werte). Damit ergibt sich für den Kupferanteil eine Federkonstante 230 000, für den Isolationsanteil 950 und für den Verkeilungsanteil 78 000 und es ist daher nach Gleichung (4) $C_d = 940$. Die Gesamtspannung ergibt sich nach Gleichung (3) zu

1 gemessene Werte
2 für das gebrachte Beispiel in Frage kommender Wert

Abb. 4. Abhängigkeit des Elastizitätswertes E von imprägnierter Stabisolation von der Pressung p, nach Messungen mit einer Sondervorrichtung.

$$\sigma_z = 7000 + \frac{6000}{6000 + 940}\, 7000 = 13\,100 \text{ kg/cm}^2.$$

Abb. 5. Ankerbandagiervorrichtung mit einstellbarer Drahtspanneinrichtung.

Bei jedem Anlauf bis zur Höchstdrehzahl wächst die Zugspannung in dem Bandagendraht daher von 7000 bis zu 13 000 kg/cm² an. Zu dieser Spannung kommt die betriebsmäßig auftretende Wärmespannung noch hinzu. Es ergibt sich bei dieser Belastung also ein über der Streckgrenze liegender Wert, und ein allmähliches Lockerwerden der Wicklung verbunden mit Schwerpunktsverlagerung wäre die Folge. Die Erfahrung lehrt nun tatsächlich, daß man Bandagen nicht entfernt bis zur Größe der Vorspannung belasten darf. Dies lediglich mit dem (neben dem elastischen gleichzeitig auch noch vorhandenen) plastischen Verhalten der Isolation sowie mit deren Schwindfähigkeit zu erklären, gelingt nicht ausreichend. Das vorstehend gebrachte Beispiel zeigt aber, daß die nur auf das elastische Verhalten aufgebaute Theorie diese Erfahrung bereits bestätigt.

Man sieht vor allem auch, welch große Wichtigkeit der richtig gewählten Vorspannung in solchen Fällen zu-

[2]) Isolierstoffe zeigen bekanntlich gleichzeitig ein elastisches und ein plastisches Verhalten; bei den vorstehenden Überlegungen ist jedoch nur das elastische zu berücksichtigen.

kommt. Es ist daher notwendig, ihre Größe auch tatsächlich genau einhalten zu können. Abb. 5 und 6 zeigen Vorrichtungen, die es gestatten, beim Aufziehen der Bandagen die Größe der Vorspannung genau einzustellen und laufend zu überprüfen. Die Vorrichtungen werden seit Jahren mit bestem Erfolg gebraucht. Der Anker A wird durch ein Drehwerk in Drehung versetzt und muß die Drahttrommel T, die durch die Bremse B entsprechend gebremst wird, mittels des Bandagendrahtes nachziehen. Der Reaktionsdruck der Trommellager wird gemessen. M ist eine Meßvorrichtung zum Ablesen der eingestellten Vorspannung. H ist ein Handrad zum Einstellen der gewünschten Vorspannung und R eine Hilfsrolle, über die der Draht läuft.

Abb. 6. Ankerbandagiervorrichtung mit einstellbarer Drahtspannvorrichtung.

Berechnung einer am Ankereisen liegenden Wicklungsbandage. Würde man die gleiche Bandage auf einen im Ankereisen liegenden Teil einer Wicklung von sonst gleichen Abmessungen aufziehen, so würde sich nur der Wert C_d ändern. Man muß nun folgendes beachten: Soll die Bandage ihren Zweck, die Wicklung unveränderlich festzuhalten und eine Schwerpunktsverlagerung dieser zu verhindern, erfüllen, so darf sie nicht am Ankereisen, sondern muß auf der Stabisolation selbst aufliegen. Der isolierte Stab muß vor dem Aufziehen der Bandagen also etwas über das Eisen herausstehen. Beim Bandagieren wird die Isolation dann gestaucht, und da die Stäbe stets gut passend in die Nuten eingetrieben werden, wird sie dadurch gegen deren Seitenwände fest angedrückt. So entstehen folgende zwei elastische Systeme: 1. ein geschlossener Ring, bestehend aus etwa 31 % Kupfer, 55 % Eisen und 14 % Isolation, und 2. ein System von radial gedrückten Elementen von 9 cm Länge, bestehend aus 22 % Kupfer, 71½ % Eisen und 6½ % Isolation.

Im ersten Falle ist die gedrückte Fläche etwa ebenso groß wie bei der Außenbandage in Rechnung zu setzen. Damit ergibt sich für den Kupferanteil ein $C_{d_1} = 390\,000$, für den Eisenanteil (mit $E = 2{,}2 \cdot 10^6$ kg/cm²) ein $C_{d_2} = 405\,000$ und für die Isolation ein $C_{d_3} = 2000$, daher nach Gl. (4) ein $C_d = 1990$ und nach Gl. (3)

$$\sigma_z = 7000 + \frac{6000}{6000 + 1990}\,7000 = 12\,300 \text{ kg/cm}^2.$$

Dies ist ein ebenso hoher Wert wie im vorhergebrachten Beispiel.

Im zweiten Falle ist die gesamte radiale Druckfläche 147 cm². Da die Bandage eine Tangentialkraft ausübt, ist jedoch nur der (2π)-te Teil von dieser in Rechnung zu stellen. Es ergibt sich damit für den Kupferanteil $C_{d_1} = 13{,}1 \cdot 10^6$, für den Eisenanteil $C_{d_2} = 7{,}9 \cdot 10^6$ und für den Isolationsanteil ($p \approx 60$ kg/cm²) $C_{d_3} = 23\,800 = C_d$ und $\sigma_z = 8400$ kg/cm². Praktisch wird je nach Ausbildung der Nut und Größe der Eintreibkraft für den Stab entweder der eine oder der andere Fall auftreten. Da der erste einen größeren Wert liefert, wird man bei Bemessung der Bandage zweckmäßig diesen zugrunde legen.

Der Leser wird bei der Nachrechnung der Werte C_d bemerkt haben, daß diese fast nur von der Federkonstanten der Isolation abhängen. Man erkennt daraus, welch großen Wert das vorstehend Entwickelte für den Elektromaschinenbau hat, da hier vorgespannte Zugteile fast immer auf Isolation aufliegen. Hier wächst also die betriebsmäßig auftretende Spannung stets beträchtlich über die vorgesehene Vorspannung hinaus.

Ganz ähnliche Ergebnisse erhält man z. B. auch bei Schrumpfringen, die zum Zusammenhalt von Stromwendern mit hoher Drehzahl dienen. Diese liegen nicht nur immer auf einer Mikanitunterlage auf, sondern halten auch das Stegpaket zusammen, dessen einzelne Kupferstege durch Mikanitzwischenlagen isoliert sind. Da die Vorspannung von der Größe des verwandten Schrumpfes abhängt, muß für peinliche Einhaltung des genau gerechneten Schrumpfmaßes Vorsorge getroffen werden.

Abb. 7. Spannungsverlauf der Federanordnung Abb. 2 bei Erwärmung.

Fundamentschrauben. Wesentlich anders verhält es sich aber, wenn solche nachgiebigen Zwischenlagen nicht vorhanden sind und außerdem der Querschnitt des gedrückten Teils im Verhältnis zu dem des gezogenen groß und seine Länge klein ist, wie dies z. B. bei Fundamentschrauben oder in anderen Fällen des allgemeinen Maschinenbaues zutrifft. Wir greifen ein Beispiel aus der Praxis heraus. Der Fuß eines Magnetgestelles wird durch eine ½"-Schraube, die mit etwa 3000 kg/cm², also fast bis zur Streckgrenze des Werkstoffes vorgespannt ist, am Fundament festgehalten. Der Querschnitt des Fußes ist 5,75 cm². Damit ergibt sich $C_z/(C_z + C_d) = 0{,}12$, und da solche Schrauben so bemessen werden, daß sich beim Auftreten der größten Zugkraft auf den Fuß eine Beanspruchung von 480 kg/cm² ergibt[3]), wächst die Vorspannung von 3000 auf 3060 kg/cm², also nur ganz unwesentlich an. In diesem Falle besteht die allgemein verbreitete, eingangs erwähnte Anschauung also praktisch zu Recht.

Wärmespannungen. Werden vorgespannte Systeme, deren auf Zug beanspruchte Teile eine kleinere Wärmedehnung als die auf Druck beanspruchten besitzen, betriebsmäßig heiß, so treten Wärmespannungen auf, deren Größe ermittelt werden soll. Auch dieser Fall kann an Hand eines einfachen Federsystems klargestellt werden.

Abb. 7 zeigt das Schaubild eines solchen Systems. Durch die Erwärmung hat sich l_{z_0} in L_{z_0} und l_{d_0} in L_{d_0} verwandelt. Der Gleichgewichtszustand, der vor der Erwärmung in Punkt I bestand, hat sich nach Punkt II

[3]) S. Hütte Bd. 2, 25. Aufl., S. 9; Berlin: Wilh. Ernst u. Sohn 1926.

verschoben. Die Kraft, mit der die Federn an dieser Stelle aufeinander wirken, sei P_1. P ist der gesuchte Unterschied zwischen P_1 und P_0. Die elastische Dehnung der Zugfeder in Punkt II sei φ_{z_0} und die der Druckfeder φ_{d_0}. Die Verlängerung von l_{z_0} sei y, die von l_{d_0} sei x. Dann gelten folgende Bedingungsgleichungen:

$$L_{d_0} = l_{d_0} + x\,; \quad L_{z_0} = l_{z_0} + y\,; \quad P_1 = P_0 + P\,;$$

$$P_1 = C_z\,\varphi_{z_0} = C_d\,\varphi_{d_0}{}^{4)} \text{ und } P_0 = C_z\,f_{z_0} = C_d\,f_{d_0}.$$

Wäre keine Vorspannung, sondern lediglich die Wärmedehnung vorhanden, so würde sich das in Abb. 8 gebrachte Schaubild ergeben. Die elastische Verlängerung der Zugfeder sei hier mit b, die Zusammendrückung der Druckfeder mit c bezeichnet, a sei der Längenunterschied im heißen Zustand. P_x sei die Kraft, mit der die beiden Federn aufeinander einwirken. Dann gilt für diesen Fall:

$$a = x - y\,; \quad P_x = C_z\,b = C_d\,c\,; \quad a = b + c\,.$$

Abb. 8. Spannungsbild bei Erwärmung ohne Vorspannung.

[4] Genau genommen ändern sich bei der Erwärmung stabförmiger Körper um t Grad die Federkonstanten C_z und C_d um den Betrag $t\,\alpha$ (α = Wärmedehnungsziffer) und es wird

$$P = P_x + P_0\,\alpha\,t.$$

Diese Änderung ist jedoch praktisch fast immer so klein, daß sie vernachlässigt werden kann.

Aus allen diesen Gleichungen ergibt sich: $P_x = P$, bzw. wiederum durch Division durch F: $\sigma_x = \sigma$, d. h. die Gesamtspannung eines vorgespannten Systems der vorgenannten Art ist gleich der Vorspannung im kalten Zustand vermehrt um jene Spannung, die in einem vor der Erwärmung spannungslosen System durch Erwärmung entsteht. Letztere tritt zu der Vorspannung also in voller Größe hinzu. Ein solcher Fall ist z. B. bei Stromwenderschrauben gegeben oder bei Anker- und Läuferwicklungen aus Kupfer, die durch Stahldrahtbandagen zusammengehalten werden.

Zusammenfassung.

Maschinenteile, die auf elastischer Grundlage mit Vorspannung aufliegen, sind immer höher beansprucht als solche, die auf ganz- oder fast unnachgiebiger Grundlage aufgebracht sind. Die stets über die Vorspannung hinausgehende Gesamtbeanspruchung ist um so größer, je elastischer die Unterlage ist. Wärmespannungen kommen praktisch sogar in ihrer vollen Größe zur vorgesehenen Vorspannung hinzu. Da vorgespannte Teile im Elektromaschinenbau fast immer auf Isolation, also auf sehr elastischem Stoff aufliegen, ist bei der Berechnung hierauf besonders zu achten.

Fehler technischer Hochfrequenz-Strommesser.

621. 317. 71. 029. 5

Infolge der lebhaften Entwicklung der Ultrakurzwellentechnik besteht ein erhöhtes Interesse für die Frage der genauen Strommessung bei Höchstfrequenzen. Es wurden daher die Fehler der auf dem deutschen Markte befindlichen Strommesser mit Meßbereichen zwischen 10 mA und 20 A bei kurzen Wellen bis zu $\lambda = 3$ m ($f = 100$ MHz) untersucht[1]. Die zu prüfenden Meßgeräte wurden einseitig geerdet, damit keine zusätzlichen Fehler durch Erdkapazitäten auftreten konnten. Die Eigenfrequenz handelsüblicher Thermo-Strommesser wurde bei 600 MHz festgestellt, sie erwies sich also für den untersuchten Frequenzbereich bis 100 MHz als bedeutungslos. Auch die Eigenwelle von Hitzdraht- und Hitzband-Strommessern mit einem Heizelement liegt im Dezimeterwellengebiet. Somit ist in dem untersuchten Frequenzbereich der in das Meßsystem hineinfließende Strom gleich dem Strom im Heizdraht. Der Meßfehler infolge der Widerstandserhöhung runder Heizdrähte durch Stromverdrängung wächst mit der Quadratwurzel aus der Widerstandserhöhung. An Hand einiger Formeln und Schaubilder vergleichen H. Kruse und O. Zinke die zu erwartenden Frequenzfehler bei runden Heizdrähten, bei Heizbändern und bei Heizrohren. In dem praktisch wichtigen Gebiet kleiner Fehler ist das Heizband dem Draht unterlegen, dagegen ist der Bandheizer im Gebiet großer Fehler günstiger. Bei Heizrohren ist die Wandstärke möglichst gering zu halten, jedenfalls kleiner als die Eindringtiefe der elektromagnetischen Wellen in den Heizerstoff bei der höchsten Betriebsfrequenz. Zur Eichung wurden die Strommesser mit einem optischen Strommesser verglichen. Der zu messende Strom heizt einen im Vakuum eingeschmolzenen, stromverdrängungsfreien Draht auf Glühtemperatur. Die Lichtstrahlung wurde durch Photozelle und Galvanometer gemessen. Geprüft wurden Thermostrommesser, Heizband- und Hitzedrahtgeräte. Auf Grund der vom Hersteller angegebenen Abmessungen und Eigenschaften des Heizgliedes wurden die Frequenzfehler berechnet. Die gemessenen Fehlerkurven stimmten im wesentlichen mit den gerechneten überein. Thermische Strommesser zwischen 10 mA und 20 A haben somit, wenn das Meßgerät keine Spannung gegen die Umgebung besitzt, bis zu 100 MHz einen Frequenzfehler, der nur durch Stromverdrängung bedingt ist. Eine Übersicht über die Anzeigefehler von Hochfrequenz-Strommessern gibt Abb. 1. Zur Abschätzung der

Abb. 1. Anzeigefehler von Hochfrequenz-Strommessern. Meßbereich 5 bis 10 A. (*Th. U.* Thermoumformer-Gerät.)

Fehler von Thermostrommessern mit gewöhnlichem Heizdraht geben die Verfasser die bequeme Faustformel an: „Multiplikation des Meßbereiches in Ampere mit 4 ergibt die Welle in Metern, bei der der Meßfehler höchstens 5 % wird." Diese Fehler infolge Stromverdrängung können bei Geräten höheren Meßbereichs durch rohrförmigen Aufbau des Meßgliedes oder innerhalb eines begrenzten Frequenzbereiches durch Verwendung von Hochfrequenz-Stromwandlern herabgesetzt werden. **Rsk.**

[1] H. Kruse u. O. Zinke, Arch. techn. Messen V 324—2 (1935).

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 62 : 621. 3. 015. 34 **Wirkung tonhaltiger Staubniederschläge auf die Stoßüberschlagspannung von Isolatoren.** — Isolatoren, die mit tonhaltigem Staub bis zu 12 mg/cm² bedeckt waren, wurden mit Stoßspannungen von 8,5/50 µs untersucht. Bei geringer Feuchtigkeit wurde die Überschlagspannung der Isolatoren um etwa 20 % herabgesetzt. Mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt verringerte sich die Stoßüberschlagspannung stark, jedoch weniger stark als bei Wechselspannung technischer Frequenz. Die Abnahme der Überschlagspannung war besonders ausgeprägt für negative Stoßwellen, auf die positive Stoßwellen folgten, und bei gedämpften Hochfrequenzschwingungen. Mit Verstärkung des Staubniederschlages auf der Unterseite jedes Gliedes einer Hängekette wurde bei niedrigen Feuchtigkeitsgraden eine nur geringfügige Minderung der Überschlagspannung beobachtet, wogegen sich diese im Nebel merkbar erhöhte.

Die Erklärung der beobachteten Erscheinungen ergibt sich daraus, daß die größere Leitfähigkeit des eine Hochspannungselektrode umgebenden Mittels den kapazitiven Widerstand verringert und die Verluste vergrößert. Dadurch wird einerseits die Stirn der Stoßwelle abgeflacht und ihre Dämpfung erhöht; anderseits verschwinden dabei die Oberflächenladungen, die während jedes Richtungswechsels der gedämpften Hochfrequenzspannung durch die Korona verursacht werden, und hierdurch vermindert sich die speichernde Wirkung jedes Wechsels, die dem Überschlag den Weg bahnt. [Y. Satoh u. K. Murakoshi, J. Inst. electr. Engr., Japan, 54 (1934) S. 967.] *O. N.*

Leitungen.

621. 315. 21 : 621. 315. 53 **Über Aluminiumkabel.** — In letzter Zeit sind mehrfach Arbeiten über Bleikabel mit Aluminiumleitern erschienen, in denen besonders die physikalischen Eigenschaften des Leiters und seine zweckmäßigste Verbindung behandelt wurden[1]). Es besteht kein Zweifel, daß mit Gasschweißung oder elektrischer Schweißung sehr gute Verbindungsstellen erzielt werden können. Bei Abzweigen (Hausanschlüssen), die von Vierleiterkabeln unter Spannung hergestellt werden müssen, wäre es immerhin zur Beibehaltung einfacher Arbeitsweisen erwünscht, wenn man wie bei Kupferkabeln eine Tatzenklemme, aber mit breiterer Klemmfläche, verwenden könnte. Hiergegen sprachen die Erfahrungen mehrerer Beobachter, die unter Strombelastung eine wesentliche Verschlechterung des Kontaktwiderstandes feststellten und die Behauptung, daß bei Aluminiumleitern die Einzeldrähte des Seiles nicht gleichmäßig an der Stromleitung teilnehmen. Demnach befürchtete man eine Stromüberlastung bei den äußeren Drähten des Leiterseiles. Im Jahre 1935 wurden nun an hergestellten Aluminiumkabeln Versuche mit Gleich- und Wechselstrom von etwa 6 V Spannung gemacht, die ergaben, daß der Strom ohne merkliche Widerstandserhöhung an der äußeren Lage der Leiterlitze zugeführt und von den inneren Drähten abgenommen werden kann. Auch Messungen mit der Meßbrücke zwischen Drähten der äußeren Lage und Drähten inmitten der Litze ergaben einen sehr guten Kontakt der Drähte untereinander. Messungen des Leiterwiderstandes mit der Doppelbrücke ergaben kaum Unterschiede, ob man die Meßleitungen am Kernleiter oder den äußeren Drahtlagen der Litze oder beide Lagen parallel anschloß. Die Versuche wurden auch mit größeren Stromstärken durchgeführt; z. B. konnte man bei 35 mm² Gesamtquerschnitt bei einem meterlangen Kabelstück den Wechselstrom von etwa 20 A durch einen Litzendraht an einem Ende zu- und durch einen anderen Litzendraht am anderen Ende abführen, ohne daß eine merkliche zusätzliche Erwärmung auftrat. Hierdurch ist erwiesen, daß bei Aluminiumkabeln mit sauberen und metallisch blanken Einzeldrähten das etwa vorhandene nicht leitende Oxydhäutchen so dünn ist, daß es einen guten Stromübergang von einem Draht zum anderen nicht hindert.

[1]) Alum.-Zentrale, Aluminium für Elektrotechnik, 1935.

Die zweite Frage ist die des Kontaktübergangs-Widerstandes, der in dankenswerter Weise von anderen Beobachtern[1]) unter Strombelastung längere Zeit gemessen wurde. Es fragt sich nur, ob der auf ein Vielfaches des Anfangswertes gestiegene Übergangswiderstand einer Klemme unter Strombelastung nicht immer noch niedrig genug ist, um einen einwandfreien Stromübergang zu ermöglichen. Der Berichter hat an etwa 50 vor 12 Jahren hergestellten Kabelanschlüssen mit Aluminiumleitern festgestellt, daß in keinem Falle der Kontakt sich übermäßig gelockert hatte oder gar Schmorstellen aufgetreten waren. Messungen an einer hochbelasteten Speiseleitung mit Klemmkontakten zeigten, daß sich der Widerstand in 25 Jahren nur unwesentlich verändert hatte. Verwendet waren Deckelklemmen und U-förmige Schlitzklemmen. Die an Aluminiumkabel zu stellenden Anforderungen müßten sich noch auf folgende Punkte erstrecken:

1. Alle Einzeldrähte des Leiters müssen vom Hersteller gut geschweißt und sauber blank verseilt werden.
2. Sehr ungleiche Drähte in einem Leiter sind zu vermeiden.
3. Es müssen Klemmen, deren Druck nicht erlahmt und die auch für längere Zeit guten Kontakt geben, verwendet werden.
4. Eine Oxydation darf im Kabelleiter nicht stattfinden, wodurch eine Widerstandserhöhung eintreten könnte.

A. Kastalski VDE, Leipzig.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 30, S. 839; Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 633.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 334 **Theorie, Wirkungsweise und Berechnung eines Mehrphasen-Kapazitätsmotors.** — J. Rudra und J. Badkas beschreiben eine besondere Schaltung eines kompensierten Asynchronmotors (Abb. 1). Im Ständer ist zur eigentlichen mehrphasigen Arbeitswicklung (Pp) gleichachsig in den gleichen Nuten eine zweite Mehrphasenwicklung untergebracht (Cc). Diese Hilfswicklung wird in Verbindung mit Kondensatoren in der Anlaufschaltung mit der Hauptwicklung in Reihe geschaltet, nach erfolgtem Anlauf wird mittels eines Umschalters auf die Hauptwicklung umgeschaltet, so daß Haupt- und Hilfswicklung in der Schaltung eines Autotransformators arbeiten. Durch diese Schaltung werden besondere Sterndreieckschalter oder Anlaßtrafos für den Anlauf erspart.

Abb. 1. Schaltbild des Mehrphasen-Kapazitätsmotors.

Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß die kompensierende Wirkung der Kondensatoren verstärkt wird und der Ständerstrom stark verringert wird, ohne daß der Läuferstrom sich erhöht, zum Unterschied von läuferkompensierten Motoren. Der geringere Ständerstrom und die damit geringeren Kupferquerschnitte für

die Hauptwicklung ermöglichen eine leichtere Unterbringung der Hilfswicklung. Der Läufer ist als gewöhnlicher Schleifring- oder Kurzschlußläufer ausgeführt.

In der theoretischen Behandlung wurde auf eine strenge Lösung verzichtet, indem der Spannungsabfall der Ständerwicklung im Ersatzbild in den Läuferzweig gelegt wurde. Die vereinfachte Rechnung gewinnt dadurch an Übersichtlichkeit und gibt genügend gute Übereinstimmung mit durchgeführten Messungen. Vergleichsmessungen mit gleichen, unkompensierten Motoren zeigen besonders die starke Verringerung des Ständerstromes bei Leerlauf. Die Wirkungsgrade sind in beiden Fällen praktisch gleich groß. [J. J. Rudra und D. J. Badkas, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 420.] *Ttl.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 57. 064. 25 **Hochspannungsschalter für große Schaltleistungen mit kleinen Ölmengen.** — Nach einer Betrachtung über Hochleistungsschalter mit und ohne Öl beschreibt Schmid die Wirkungsweise der Schalter mit kleinen Ölmengen und die vier Grundlagen, die in diesen Schaltern verwirklicht werden müssen, nämlich:

1. schnelle Entfernung der beiden Elektroden, um Rückzündung zu vermeiden (starker Spannungsabfall im Lichtbogen und große Trenngeschwindigkeit).
2. Wenn die Abreißentfernung erreicht ist, muß der Lichtbogen durch eine zusätzliche Energie beim Durchgang der Spannung durch Null gelöscht werden. Bei den vom Verfasser beschriebenen Schaltern wird die zusätzliche Kraft vom Lichtbogen selbst geliefert. Durch den Lichtbogen wird Öl verdampft und in Richtung des Lichtbogens entspannt.

1 Isoliersockel
2 Mantelisolator
3 Löschkammer
4 rohrförmiger, beweglicher Kontakt
5 Führungsachse
6 Kontaktfinger
7 fester Kontakt
8 Isolierzylinder
9 Düse
10 feste Leitachse
11 Kolben
12 Düse des beweglichen Kontaktes

Abb. 2. Schematische Darstellung des wirksamen Teiles eines Schalters mit kleinem Ölinhalt.

3. Da die Erzeugung der zusätzlichen Energie zur Löschung des Lichtbogens von der Stromstärke abhängt, die den Schalter durchfließt, so muß beim Abschalten von schwachen Strömen eine Hilfseinrichtung die Löschung des Lichtbogens unterstützen.
4. Weil die für die Lichtbogenlöschung erforderliche Ölmenge äußerst gering ist und nur einen Bruchteil derjenigen gewöhnlicher Ölschalter beträgt, so wird die zur Isolierung dienende Ölmenge durch besonders geformte Porzellanisolatoren ersetzt. In einem isolierenden Gefäß beschränkter Abmessungen wird der aktive Teil des Unterbrechers mit seiner nur zur Löschung des Lichtbogens nötigen Ölmenge untergebracht.

Die Abb. 2 zeigt die Verwirklichung dieses Grundprinzips[1]). In dem Mantelisolator befindet sich die aus Isolierstoff bestehende Löschkammer (*3*). Durch die Führungsstangen (*5*) gleitet der bewegliche Kontakt (*4*), dessen Stromzuführung durch die Kontaktfedern (*6*) erfolgt, senkrecht nach unten in die Kontaktfinger (*7*). Im Augenblick der Unterbrechung entsteht der Lichtbogen zwischen (*4*) und (*7*) und bildet sich frei in dem Zylinder (*8*) aus, in dem das Öl verdampft und unter Druck durch die Düse (*9*) entweicht. In der Löschkammer (*3*) dehnt sich das Gas aus, kühlt zusätzlich den Lichtbogen und entionisiert damit die Lichtbogenstrecke. Durch Erhöhung der dielektrischen Festigkeit zwischen den Elektroden ist eine Wiederzündung des Lichtbogens nach Durchgang der Spannung durch Null nicht möglich. Eine zusätzliche Blaswirkung wird durch folgende Einrichtung erreicht: Der bewegliche Kontakt (*4*) ist hohl und beim Hinaufschnellen drückt der in ihm befindliche Kolben (*11*) einen Luftstrom aus der Düse (*12*). Durch dieses zusätzliche Gebläse wird eine genaue und konstante Abreißdauer des Bogens erzielt, die unabhängig von der Schaltstromstärke ist. — Der Verfasser beschreibt noch die Bauart mehrphasiger Schalter und weist rechnerisch nach, daß der Ölverbrauch infolge Verkohlung nicht höher ist wie bei Schaltern mit großen Ölmengen. Bis jetzt sind Schalter für Spannungen bis 200 kV ausgeführt, die keinerlei Anstände ergeben haben, aber wirtschaftliche Vorteile wegen der geringen Ölmenge haben; hinzu kommt das geringe Gewicht und der kleinere Platzbedarf. [Energia elettr. 12 (1935) S. 195.] *Rtz.*

621. 314. 623 **Der Wellenstrahlkommutator als Mittel zur Erzeugung und Umformung starker Gleichströme, großer Leistung und hoher Spannung[2]).** — Zweck eines Aufsatzes von J. Hartmann ist es, zu erklären, worauf es beruht, daß man unter Anwendung des sogenannten Quecksilber-Wellenstrahles imstande ist, rein mechanische Synchronkommutatoren mit nur einem Quecksilberstrahl für Ströme bis über 1000 A, Leistungen bis über 100 kW und für Spannungen von einigen hundert Volt zu bauen. Die Antwort liegt hauptsächlich darin, daß der Wellenstrahlkommutator einen in der Elektrotechnik ganz neuen Grundsatz verwirklicht: das Prinzip der funkenunabhängigen Kommutation. Im Gegensatz zu der gewohnten mechanischen Kommutierung, auf der die Erzeugung und Umformung von Gleichstrom seit den Tagen Faradays hauptsächlich beruht, kann man beim Wellenstrahl den Kommutierungsfunken vernachlässigen. Dies ist durch eine Reihe von Maßnahmen und Umständen ermöglicht worden, die in dem Aufsatz einzeln erläutert werden:

1. die Anwendung eines Quecksilberstrahles als bewegtes Element des Kommutators, wodurch sich die sehr große Strombelastungsfähigkeit erklärt;
2. die Einführung der translatorischen Bewegung des Wellenstrahles in den Kommutatorbau, die in Verbindung mit dem Quecksilberstrahl das Vorhandensein von neuen Elektroden für den Kommutierungsfunken bei jeder neuen Kommutation bedingt;
3. die Verwendung eines Messers aus leitendem Stoff für das Durchschneiden des Wellenstrahls, wodurch erreicht wird, daß der Kommutierungsfunke das Messer nicht beschädigt, die Kommutierungsvorrichtung somit vollständig abnutzungsfrei, wird;
4. die Anwendung von Wasserstoff als umgebendes Gas; Wasserstoff kann wegen der Dissoziation seiner Moleküle in Atome die Funkenenergie genügend schnell aufnehmen, selbst bei einer sehr großen Gleichstromleistung von z. B. 50 bis 100 kW je Messer und bei sehr großen zu kommutierenden Wechselspannungen von z. B. 200 V je Messer;
5. die durch die Erfahrung festgestellte Tatsache, daß man trotz des durch den Kommutierungsfunken bedingten Verlustes doch einen genügend großen Wirkungsgrad des Kommutators in Verbindung mit vollkommener Stabilität der Kommutation erreichen kann.

Schließlich werden die Verwendungsgebiete des Kommutators oder richtiger des neuen Kommutierungsprinzipes erörtert. Es wird gezeigt:

1. daß im Niederspannungsgebiet 50 bis 200 V (elektrochemisches Gebiet) funkenunabhängige Gleichrichter

[1]) Vgl. a. Rev. gén. Électr. 35 (1934) S. 815.
[2]) Siehe u. a. ETZ 53 (1932) S. 98 u. 260.

in bezug auf Wirkungsgrad allen anderen Gleichstromquellen überlegen sind;
2. daß im Mittelspannungsgebiet, 220 bis 1500 V (Motorengebiet), funkenunabhängige Gleichrichter und Umformer in bezug auf Wirkungsgrad allen anderen Systemen ebenbürtig sind;
3. daß das Prinzip funkenunabhängiger Kommutation es ermöglichen wird, alle Geräte verhältnismäßig einfach herzustellen, die für eine Kraftübertragung auf große Entfernung mit hochgespanntem Gleichstrom notwendig sein werden. [Jul. Hartmann, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 853.]

621. 319. 45 **Elektrolytkondensatoren.** — Im Rahmen eines Aufsatzes über Kondensatoren für die Rundfunk-Empfangstechnik geht L. Linder näher auf die Eigenschaften der Elektrolytkondensatoren ein, deren Kapazität und Verlustwinkel in erster Linie interessieren. Bekannt ist die Erscheinung, daß sich die spezifische Kapazität und stärker noch der Verlustwinkel durch die Bedingungen beeinflussen lassen, unter welchen der Elektrolyt auf die Oxydschicht aufgebracht wird. Man nimmt an, daß die Oxydschicht teilweise für den Elektrolyt durchlässig ist, man also zwischen einer an das Ventilmetall sich unmittelbar anschließenden, im wesentlichen von Elektrolyt freien Schicht und einer äußeren, durchsetzten Schicht zu unterscheiden hat. Die innere Schicht ähnelt einer Isolierschicht mit der Maßgabe, daß infolge der verschiedenen Elektronenkonzentrationen im Metall bzw. Elektrolyt unter dem Einfluß der hohen Feldstärke vom Metall aus mehr emittiert wird als vom Elektrolyt aus, wodurch die Gleichrichterwirkung bedingt ist. Die Kapazität bzw. die Verluste der äußeren Schicht sind durch das eingelagerte Lösungmittel und durch die von der Ionisation bestimmte Raumladung gegeben. An die äußere Schicht kann sich noch eine poröse Vorschicht anschließen, die lediglich ihrer homogenisierenden Wirkung wegen zwecks besserer Formierung aufgebracht wird.

Abb. 3. Kennlinien eines Kondensators.

Die auf Grund dieses Schichtaufbaues zu erwartende Ersatzschaltung ist eine verhältnismäßig verwickelte Reihen-Parallel-Schaltung von Kapazitäten und Widerständen. An Hand dieses Schemas werden zwei Erscheinungen erklärt, nämlich daß einerseits die aus dem gemessenen Kapazitätswert errechnete Schichtdicke und damit das Oxydgewicht zu klein sein werden, und daß anderseits bei Kondensatoren mit kleinerer Spitzenspannung sich stets ein größerer Verlustwinkel ergibt, was auf einen größeren Einfluß der Kapazität der äußeren Schicht zurückgeführt wird. Außerdem läßt sich über den zu erwartenden Verlauf der Kennnlinien des Kondensators aussagen, daß die Kapazität mit steigender Temperatur wachsen wird. Der Verlustwinkel nimmt mit steigender Temperatur ab, um später wegen der zunehmenden Verluste in der äußeren Schicht wieder etwas anzuwachsen (vgl. Abb. 3). In Abhängigkeit von der Frequenz nimmt er dagegen dauernd und annähernd linear zu, hauptsächlich unter dem Einfluß der Vorwiderstände in der porösen Vorschicht und im Elektrolyt. Nur unwesentlich wirken sich im allgemeinen die Größe der Wechselspannung bzw. der überlagerten Gleichspannung auf die Kapazität der Elektrolytkondensatoren aus. Betrachtet man die Kapazität über einen längeren Zeitraum, so sind als wesentliche Faktoren zu berücksichtigen, ob der Kondensator an Gleichspannung gelegen hat oder nicht und welcher Temperatur er dabei ausgesetzt war. Je mehr sich die aufgedrückte Spannung der ursprünglichen Formierungsspannung nähert, um so stärker wird der dabei fließende Reststrom eine weitere, wenn auch geringe Formierung, d. h. aber Kapazitätsabnahme verursachen. Man rechnet mit einem Kapazitätsschwund von etwa 5 bis 8 % im Jahr. Die Temperatur ist dabei insoweit von Einfluß, als die Oxydschicht etwas in Lösung zu gehen vermag, und zwar offenbar um so mehr, je höher die Temperatur ist. Bei Trocken-Elektrolytkondensatoren ist dieser Auflösungsprozeß jedoch äußerst gering.

Nach einem kurzen Ausblick auf die zu erwartende Entwicklungslinie kommt der Verfasser zu dem Schluß, daß Trocken-Elektrolytkondensatoren schon heute ein betriebssicheres Bauelement in der Rundfunkempfangstechnik darstellen und ihr Anwendungsgebiet nicht nur behaupten, sondern weiter vergrößern werden. [L. Linder, Veröff. Nachr.-Techn. 1935, 2. Folge.] *W. Schr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 393[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Elektrizitätszählerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 188, die Form W 12, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken, Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 18. Oktober 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Stark."

Beschreibung[2]).

1. Meßbereich. — Die Zähler der Form W 12 sind zur Messung des Verbrauchs in einphasigen Wechselstromanlagen bestimmt. Sie können als Zwei- und Dreileiterzähler für Nennstromstärken von 1,5 bis 30 A, für Nennspannungen bis 500 V bzw. 2 × 250 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise. — Der als Induktionsmotor ausgebildete Zähler besitzt einen durch einen Dauermagneten gebremsten Anker aus Aluminium. Das dreizinkige Spannungseisen ist unterhalb und das zweizinkige Stromeisen oberhalb der Aluminiumscheibe angeordnet. Die Phasenverschiebung zwischen den wirksamen Feldern ist bei den Zählern für Nennstromstärken bis 15 A nicht regelbar. Ihre Abgleichung auf 90 ° bei induktionsloser Belastung erfolgt im Lieferwerk. Die Zähler über 15 A besitzen zur Phasenabgleichung eine regelbare Vorrichtung. Kleine Bleche, an die Außenzinken des Spannungseisens angebracht, heben infolge ihrer von der Temperatur abhängigen magnetischen Durchlässigkeit den Einfluß von Temperaturänderungen auf die Meßgenauigkeit nach Möglichkeit auf.

3. Eigenschaften. — Die Zähler haben bei Nennlast ein Drehmoment von 5,1 cmg. Bei induktionsfreier Last laufen sie bei 0,3 % des Nennstromes an. Der Eigenverbrauch im Spannungskreis betrug bei der Prüfung etwa 0,66 W bei 110 V Nennspannung und etwa 0,76 W bei 500 V Nennspannung, und zwar bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch im Stromkreis belief sich auf etwa 0,49 W bei 5 A Nennstrom und der Frequenz 50 Hz und auf etwa 1,54 W bei 30 A Nennstromstärke und der Frequenz 60 Hz.

621. 317. 39 : 534. 83 **Neue Messungen über den Schalldurchgang bei Wänden.** — Für die Messungen des Bureau of Standards wurden besondere Räume aus Eisenbeton mit 15 cm Wandstärke geschaffen. Der Senderaum hatte vom Gesamtbau abgetrennte Wände und war außerdem noch durch 7,5 cm starke Luftschichten von dem daneben und darüber liegenden Empfangsraum getrennt (Abb. 4). Der Lautsprecher im Senderaum S wurde einmal in der Sekunde auf einem Kreise von 3 m Dmr. bewegt. Die Mikrophone im Senderaum S und im Empfangsraum R_2 konnten auf der Mittelachse der Räume senkrecht zur Meßwand bewegt werden, um auf diese Weise aus dem Bereich von Schwingungsknoten und -bäuchen zu kommen. Die Kondensatormikrophone arbeiteten über einen Verstärker im Beobachtungsraum L auf ein Thermoelement, um dessen Trägheit zur Mittelbildung des Anzeigegerätes ausnutzen zu können. Vor Überlastungen wurde das Thermoelement durch eine selbsttätige Verringerung der Verstärkung des Ausgangsrohres geschützt.

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 825.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 393 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

Zuerst wurde der Ausschlag im Empfangsraum bestimmt und nach dem Umschalten auf das Mikrophon im Senderaum durch Einschalten von Dämpfungsgliedern vor dem Verstärker auf denselben Ausschlag eingestellt. Der in dieser Weise bestimmte Wert der Schalldämpfung für eine Frequenz wird unter Berücksichtigung der Größe der Trennwand und der Schallabsorption bei dieser Frequenz im Empfangsraum auf die Dämmzahl für die Flächeneinheit der Meßwand und die Absorption 1 im Empfangsraum nach bekannten Gleichungen umgerechnet. Die Größe der Meßwand ist für die Trennwand 1,95 × 1,50 m und für die Decke 2,30 × 1,80 m. Diese Größen weichen bedauerlicherweise von den sonst für die Trennwand benutzten Größen von 2 × 2 m ab. Nach Berger ergeben kleinere Trennwände systematisch zu große

S Senderaum *L* Beobachtungsraum
R_1 Empfangsraum R_2 Vergleichsraum

Abb. 4. Schallmeßräume des Bureau of Standards.

Dämmzahlen. Die Heultöne wurden sechs- bis achtmal in der Sekunde um etwa 10 % der angegebenen Mittelfrequenz geändert. Die Meßfrequenzen waren: 128, 192, 256, 384, 512, 768, 1024, 2048 und 4096. Aus den bei diesen Frequenzen gemessenen Dämmzahlen wurden die Mittelwerte gebildet. Diese Art der Berechnung weicht von der in Deutschland üblichen ab, hier ist es üblich, den Mittelwert für im logarithmischen Maßstab äquidistante Frequenzen oder über dieselbe Abszisse durch Planimetrieren zu bilden. Außerdem reicht der Frequenzbereich von 100 bis 3000 Hz. Bei den hohen Frequenzen übersteigt die Schalldämmung häufig 80 db. Dann ist die Messung erschwert. Das Bureau of Standards bricht bei diesem Wert die Messung ab und setzt für die Mittelwertbildung die Zahl 80 db ein. Dies Verfahren liefert für dieselbe Wand höhere Dämmzahlen als in Deutschland und enthält außerdem eine Willkürlichkeit. Hierauf ist bei einem Vergleich verschiedener Messungen zu achten. Zur Messung von Trittschall wird ein Fallhammerwerk benutzt, welches in Abständen von 0,2 s auf den Fußboden aufschlägt. Es wird jetzt der Luftschall in dem oberen Raum R_1 und in dem unteren Raum *S* in der üblichen Weise miteinander verglichen. Die Verhältniszahl beider Schallenergiedichten ergibt die Dämpfung der Deckenkonstruktion für Trittschall. Eine Angabe der Meßwerte einzelner Wand- und Deckenkonstruktionen erübrigt sich. [V. L. Chrisler und W. F. Snyder, Bur. Stand. J. Res. 14 (1935) S. 749.] *Lü.*

Beleuchtung.

621. 32 : 629. 139 **Die Beleuchtungsanlage auf dem Flughafen Croyden.** — Der Flughafen Croyden hat eine neue Beleuchtungsanlage erhalten, die vor allem die Sicherheit der Nachtlandungen erhöhen soll. Die Anlage weist folgende interessante Merkmale auf:

Landebahnbeleuchtung. Auf einem Kreis rund um den Flughafen sind in gleichen Abständen 8 Landebahnleuchten aufgestellt. Da die Flugzeuge gegen die Windrichtung landen müssen, werden jeweils die 2 Scheinwerfer eingeschaltet, die entgegen der Windrichtung leuchten. Der Flugzeugführer kann dann die Landebahnleuchten von hinten anfliegen und die Landung vornehmen, ohne geblendet zu werden. Jedes Landebahngeleucht besteht aus 3 übereinander angeordneten Leuchten, die mit je zwei 1000 W-Lampen ausgerüstet sind. Die horizontale Streuung der Scheinwerfer beträgt 150 °. Um auch bei Nebel ein sicheres Landen zu ermöglichen, hat man von der Mitte des Flughafens strahlenförmig nach allen Seiten Neon-Röhren ausgelegt. Die Röhren befinden sich unterhalb des Bodens und werden durch eine dicke Glasplatte geschützt. In den Fällen, in den die Landebahnbeleuchtung infolge atmosphärischer Bedingung unwirksam wird, sollen diese Leuchtröhren noch gut zu erkennen sein und eine leichte Landung ermöglichen.

Umrandungsfeuer. Die Umrandungsfeuer bestehen aus orangefarbenen Glocken, die ungefähr 70 cm über dem Boden aufgestellt sind. Als Lichtquelle dienen Niedervolt-Glühlampen für 6,6 V. Der Träger der Glocken weist an seinem unteren Ende eine Stelle schwächeren Querschnittes auf, die bei einem evtl. Zusammenstoß durchbricht.

Kennung. Die Kennung wird durch im Rhythmus von Morsezeichen aufleuchtende Neon-Röhren gegeben.

Windrichtungsanzeiger. Der Windrichtungsanzeiger in T-Form ist mit 40 Stück 15 W-Lampen ausgerüstet, die mit Klarglasglocken versehen sind. Untersuchungen hatten ergeben, daß die Anordnung von Lampen in bestimmten Abständen eine bessere Erkennbarkeit gestattet, als sie durch Anbringung von linienförmigen leuchtenden Röhren auf den Windrichtungsanzeiger zu erzielen ist. [Electr. Rev. 117 (1935) S. 439.] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 367. 001 : 621. 791 **Einige theoretische Probleme der Widerstandsschweißung.** — Der Verfasser stellt die Rechnungsgrundlagen für die Bemessung der Maschinen auf, und zwar für die mittlere erforderliche Leistung bei gegebenem Schweißquerschnitt, gibt Formeln über Schweiß- und Ruhezeit, über Stromdurchgang und -verteilung durch den Schweißquerschnitt, über den Leistungsfaktor und über die sonstigen Transformatorgrößen. Obgleich die Rechnungsgrundlagen rein theoretisch aufgebaut, sind sie wohl brauchbar, denn die Ergebnisse nähern sich den durch praktische Versuche gewonnenen ziemlich gut. [M. Mathieu, Bull. Soc. franç. Électr. 5 (1935) S. 941.] *J. C. F.*

621. 364. 5 : 691. 6 **Glas als Baustoff für Heißwasserspeicher und Rohrleitungen.** — In dem Bestreben, für den Bau und die Montage elektrischer Heißwasserspeicher für Kupfer einen Austauschstoff zu verwenden, sind bei der Berliner Kraft und Licht AG. nunmehr auch Versuche mit Glas als Baustoff für Heißwasserspeicher und Rohrleitungen gemacht worden, über die H. Muthreich berichtet. Die Forderungen nach Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen und gegenüber mechanischen Beanspruchungen wurden von Sondergläsern erfüllt. Die Verbindung zwischen den Zubehörteilen und den Glasröhren des Speichers wurden mit Hilfe eines in die Stoffburchsenverschraubung der Mischbatterie eingeführten kurzen Stück Kupferrohrs von gleichem Durchmesser wie das Glasrohr bewerkstelligt. Beide wurden dann mit einer Gummimuffe verbunden und zwischen beiden Rohrenden ein Abstand von etwa 10 mm gelassen; somit wurde eine elastische Verbindung erreicht. Verbindungen von Glasröhren größerer Längen wurden durch Überschieben einer erwärmten Metallmuffe und Ausfüllen des Hohlraumes durch Fadenzinn hergestellt. Bei den eigentlichen Speicherbehältern aus Glas befindet sich der Heizflansch oben. Ein Heizringkörper hängt an einem langen Stiel im unteren Teil des Glasbehälters. Als Wärmeschutz wurde an Stelle des bisher verwendeten Korkschrotes ein dünnwandiges Holzfaß aus Fournierholzlagen mit zwischengelegter Wellpappe benutzt. (Wärmeleitzahl bei 60 ° Wassertemperatur 0,037 kcal/mh ° C.) Vermerk d. Ber.: Um ein endgültiges Urteil über die Bewährung dieser Konstruktion abgeben zu können, wird man noch weitere praktische Untersuchungen, die sich über längere Zeit erstrecken, abwarten müssen. [H. Muthreich, Z. VDI 79 (1935) H. 39, S. 1169.] *La.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 2. 024 (45) **2 Bo—Bo 2 - Gleichstrom-Schnellzugslokomotiven für 3000 V der italienischen Staatsbahnen.** — Anschließend an die hier schon besprochene Veröffentlichung von Dr. Bianchi über die Vereinheitlichung der elektrischen Lokomotiven bei den italienischen Staatsbahnen[1]) bringt der gleiche Verfasser eine genaue Beschreibung der großen 2 Bo—Bo 2-Schnellzuglokomotive, die z. Z. der ersten Veröffentlichung noch in der Entwicklung stand. Von den mitgeteilten zahlreichen Einzelheiten des sehr eingehenden Aufsatzes sei nur das Wichtigste erwähnt:

Zweck der Lokomotive ist die Beförderung schwerer Schnellzüge zwischen Bologna, Florenz, Rom und Neapel auf Steigungen bis zu 12 ‰, Bogenhalbmesser herab bis 600 m, und auf der Strecke Neapel-Reggio auf Steigungen bis 25 ‰ bei kleinstem Bogenhalbmesser bis zu 300 m. Auf ersterer Strecke sollen 650 t, auf letzterer 360 t Anhängelast mit 80 km/h gefahren werden. Die Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h kann bei Bedarf durch Auswechselung der Getriebeübersetzung verändert werden. Die wichtigsten Zahlen über die neue Lokomotive sind folgende:

Gesamtdienstgewicht	130 t
Gewicht des Fahrzeugteils	83,6 t
Gewicht der elektrischen Ausrüstung	46,4 t
Treibachsdruck	18,7 t
Treibraddurchmesser	1880 mm
Dauerleistung der 8 Motoren je 315 kW zusammen	2520 kW
Stundenleistung der 8 Motoren je 350 kW „	2800 kW
Länge der Lokomotive	19 m
Kleinster Bogenhalbmesser	120 m.

Abweichend von der ursprünglich geplanten Fahrzeuganordnung (2 Bo + Bo 2) ist ein durchlaufender Hauptrahmen vorhanden, der auf zwei vierachsigen Untergestellen ruht, gestützt durch zwei große kuglige Drehzapfen und vier seitliche Stützfedern. Durch Umsetzen der Hauptzapfen in den Rahmen läßt sich die Achsdruckverteilung zwischen Lauf- und Treibachsen in gewissen Grenzen verändern, was jedoch nicht während des Betriebes geschehen kann. Die Untergestellrahmen (Barrenrahmen mit Stahlgußquerverbänden) sind in der Mitte durch einen Kugelgelenkzapfen unmittelbar verbunden. Seitlich von diesem sind zwei Reibungsbremsen zur Dämpfung von Schlingerbewegungen angebaut. Beide Untergestelle tragen zwei festgelagerte Treibachsen und zwei je in einem Drehgestell vereinigte Laufachsen. Die Laufdrehgestelle haben durch Wickelfedern und Wälzhebel bewirkte Rückstellung. Bemerkenswert ist die statische Durchbildung des Oberkastens, der als Brückenträger gebaut ist. Fachwerkartige senkrechte Winkeleisen liegen in den Außenwänden. Die Obergurtung ist durch ins Dach eingebaute 10 m lange walzenförmige Luftbehälter gründlich versteift. Man ging zu dieser eingehäusigen Bauart über, um die elektrischen Ausrüstungsteile bequemer miteinander verbinden und günstiger anordnen zu können, obgleich das Gesamtgewicht dadurch größer wurde. Bei der großen Länge des Fahrzeugs konnten große Führerräume von 2130 mm Länge ausgeführt werden. Die zu je zweien eine Achse antreibenden Motoren wirken mit einseitiger Zahnradübersetzung auf eine die Achse umschließende Hohlwelle. Diese greift mittels Blattfedern zwischen den Speichen an den Treibrädern an. Beachtenswert ist besonders im Vergleich zum Federtopfantrieb bei der Deutschen Reichsbahn, daß keine Gleitreibung von Druckflächen vorkommt, sondern ausschließlich Rollen- und Zapfenreibung sowohl bei radialen Bewegungen zwischen Rad und Hohlwelle als auch bei Querbewegungen des Achssatzes gegen den Antrieb. Diese Stellen sind durch Staufferbuchsen geschmiert. Diese etwas verwickelte Anordnung soll sich betrieblich sehr bewährt haben. Besonders soll der Bruch einzelner Federblätter sehr selten sein und keine Betriebsstörung verursachen. Zur leichten Auswechselung der Übersetzungsräder sind diese zweiteilig auf der Hohlwelle befestigt. Zur Schmierung der wichtigsten Zapfen und Lager dient eine gemeinsame Ölpumpe. Die Druckluftbremse wirkt je nach Einstellung der Fahrrichtung der Lokomotive nur auf die Treibachsen und das jeweilige hintere Laufdrehgestell.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 26, S. 727.

Die elektrischen Schaltvorrichtungen befinden sich in einer Hochspannungskammer zwischen den beiden Führerräumen, die einen seitlichen Durchgang freiläßt. Der Zutritt zu dieser Kammer ist gegen die Stromabnehmer verriegelt. Steuerschützen (elektropneumatisch), Widerstände und sonstige von beiden Seiten zugänglich zu haltende Teile stehen in einer Reihe an der Gangseite der Kammer. Sie können durch Klappen vom Gang und außerdem von der Kammer aus nachgesehen werden. Längs der Außenwand der Kammer stehen Ausrüstungsteile, die nicht von beiden Seiten zu überwachen sind, unter anderm die zwei Motorgebläse zur Kühlung der Fahrmotoren. Über den vierpoligen Fahrmotoren ist der Boden der Apparatekammer hochgezogen. Durch seitliche Nischen gelangt man vom Gang her zu den Stromwendern. Die Reihenparallelschaltung in Gruppen durch besondere mit Druckluft getriebene Nockenschalter weist zur Festhaltung in drei Stellungen je einen einfachen Kolbenantrieb auf, der in einem einfachen Zylinder mit Differentialkolben untergebracht ist. Auch die Richtungswender mit Messerkontakten werden durch Druckluftkolben betätigt. Diese beiden Vorrichtungen unterscheiden sich von den Schützen für die Fahrwiderstandsstufen dadurch, daß stets eine Gruppe von mehreren Schaltern gemeinsam von einem einzigen Luftzylinder gesteuert wird, während jedes Stufenschütz einen eigenen Druckluftkolben hat. Der Motorgruppenschalter hat Druckkontakte mit Funkenblasung. Der Richtungsschalter ist nur für stromlose Betätigung bestimmt. Die Vorschaltwiderstände sind aus Gußeisengittern zusammengesetzt. Beachtung verdient, daß die Hintereinanderschaltung zweier Fahrmotoren zu je 1500 V Klemmenspannung grundsätzlich nicht in einem zweimotorigen Treibachsblock vorgenommen worden ist. Es werden vielmehr stets je zwei auf verschiedene Treibachsen wirkende Motoren in Reihe gelegt. Man erhält dadurch regelmäßig bei Schäden eines einzelnen Motors noch sämtliche Achsen, wenn auch mit teilweise verminderter Leistung, arbeitsfähig.

Die Hilfsmotoren sind für unmittelbaren Betrieb mit Fahrdrahtspannung (3000 V) gebaut unter Vorschaltung eines unveränderlichen Widerstandes. Die Lichtdynamo wird durch Keilriemen von einem Lüftermotor mitgetrieben.

Alle sonstigen Einzelteile der Steuerung und elektrischen Nebenausrüstung wie: Magnetventile, Führerschalter, Batterieregler, Feldschwächungswiderstände, Lüftermotoren, Umformer, Stromabnehmer usw. entsprechen den im ersten Aufsatz über die Vereinheitlichung behandelten Regelbauformen. [Bianchi, Riv. tecn. Ferrov. Ital. 47 (1935) S. 255 u. 48 (1935) S. 48.] *Tz.*

621. 317. 39 : 656. 22 **Elektrisches Fahrschaubild-Zeichengerät.** — An der Universität New York wurde ein Gerät gebaut, mit dem oszillographisch die bei der Bestimmung von Zugbewegungen üblichen Fahrschaubilder (v über t) aufgezeichnet werden. Die Wirkungsweise beruht auf der Ähnlichkeit der Differentialgleichung der Zugbewegung:

$$Z = a\,Q\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + W_b + W_{Kr} \pm W_S$$

mit der eines elektrischen Stromkreises in der Form:

$$E_Z = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + E_b + E_{Kr} \pm E_S.$$

Unter Berücksichtigung von Umrechnungswerten entspricht der vom Oszillographen angezeigte Strom i der Geschwindigkeit v des Zuges, wenn die Motorzugkraft Z und die Fahrwiderstände W (Bewegungs-, Krümmungs- und Steigungswiderstand) durch Spannungen dargestellt werden und an Stelle der Masse des Zuges $a\,Q$ eine Induktivität L tritt. Da die Krümmungs- und Steigungswiderstände $W_{Kr} \pm W_S$ von der Geschwindigkeit unabhängig sind und nur von den Streckenverhältnissen abhängen, haben positive oder negative feste Spannungen in dem „Ersatzkreis" die gleiche Wirkung. Der von der Geschwindigkeit abhängige Bewegunswiderstand W_b wird durch Vakuumröhren ersetzt, deren Anodenstrom-Kennlinien durch geeignete Schaltungen der Kurve des Bewegungswiderstandes angeglichen wird. Auch die Zugkraft (Z)-Kurve wird durch eine solche Röhrenschaltung

dargestellt, bei der Strom über Spannung der Arbeitskennlinie v über Z der Motoren angeglichen ist.

Das Gerät, dessen grundsätzliche Schaltung in der Abb. 5 dargestellt ist, hat zwei Satz feste Kontaktstege K, über die eine Bürste B läuft und dabei die verschiedenen Stromkreise schließt. Die unteren Stege können mit Spannungsteilern verbunden werden und dienen zur Einstellung des Krümmungs- und Steigungswiderstandes ($E_{Kr} \pm E_S$, im Bilde durch positive oder negative Spannungen dargestellt). Über die vier oberen Stege werden verschiedene Zugkräfte eingeschaltet, und zwar: Über Steg 1 eine der Anfahrzugkraft entsprechende Spannung E_{Za}, auf Steg 2 eine Spannung E und der Röhrenkreis R_2, mit einer Kennlinie entsprechend der Arbeitskennlinie der Motoren; es folgen der Auslaufsteg 3 ohne Spannungsquelle, auf dem

K Kontaktstege — L Induktivität
B Bürste — O Oszillographenschleife
R_1 Röhren mit Kennlinie entsprechend dem Bewegungswiderstand
R_2 Röhren mit Kennlinie entsprechend Motorkennlinie

Abb. 5. Grundsätzliche Schaltung des Zeichengerätes.

der Strom i langsam abklingt, und der Bremssteg 4, mit einer negativen Spannung E_{Br}. Die beiden Stegreihen sind ringförmig nebeneinander angeordnet und die einzelnen Stege weitgehend unterteilt, so daß ihre Länge durch Stöpsel verändert werden kann. Wenn die Bürste im Synchronismus mit dem Oszillographen (Stromschleife O im Belastungskreis) über die Stege läuft und dadurch die Stromkreise in der beschriebenen Folge schließt, erhält man auf dem Schirm ein feststehendes Fahrschaubild. Dieses kann natürlich photographisch festgehalten werden. Ein Milliamperemeter in Reihe mit der Oszillographenschleife zeigt den jeweiligen Mittelwert des Stromes, der als Fläche $\int v \cdot dt$ des Fahrschaubildes den zurückgelegten Weg darstellt. Mit Hilfe dieses Strommessers wird bei dem Arbeiten mit dem Gerät das Fahrschaubild Stück für Stück ergänzt, wobei den Streckenverhältnissen entsprechend die unteren Steigungs- und Krümmungsstege und die oberen Überwachungsstege verlängert oder hinzugefügt werden, bis der Strommesser anzeigt, daß der ganze Halteabstand durchlaufen wurde. Durch einen zweiten Stromkreis, ebenfalls mit einer Oszillographenschleife, wird gleichzeitige Aufnahme des Motorenstromes über der Zeit ermöglicht. An Meßgeräten in diesem Kreise kann der Arbeitsverbrauch und die Motorbelastung abgelesen werden. Bei Eichung aller Instrumente in den Einheiten des Zugbetriebes soll es möglich sein, Fahrschaubilder in 10 bis 15 min fertigzustellen, für die bei den üblichen graphischen oder rechnerischen Punkt-für-Punkt-Verfahren 6 bis 7 h benötigt werden. Die Einstellung der Röhrenschaltungen gilt natürlich immer nur für eine bestimmte Motorausrüstung.

Mit dem Gerät dürfte sich eine Zeitersparnis erzielen lassen, wenn bei gegebener Ausrüstung die Fahrschaubilder für eine Strecke mit vielen fast gleich langen Halteabständen aufgezeichnet oder nur die Fahrzeiten ermittelt werden sollen. Durch die Größe der Schirme gebräuchlicher Oszillographen ist der Maßstab der Fahrschaubilder begrenzt; Höhenprofile und Maßstäbe müssen nachträglich in die Oszillogramme eingetragen werden. Da derartige Fahrschaubilder für lange Strecken nur selten aufgezeichnet werden, ist es fraglich, ob das Gerät Eingang in die Praxis finden wird. Immerhin zeigt es, daß sich mechanische Vorgänge aller Art nicht nur formelmäßig, sondern auch praktisch durch elektrische Vorgänge darstellen lassen, wenn Vakuumröhren zur Nachbildung beliebiger Kennlinien verwendet werden. [P. C. Cromwell, Electr. Engng. 54 (1935) S. 923.] *Dtt.*

Fernmeldetechnik.

621. 394. 645 : 621. 385. 1 **Eigengeräusche der Verstärkerröhren, ihre Messung und Auswirkungen**[1]. — Die kleinste Leistung, bis zu welcher herab ein ankommendes Zeichen noch wirksam verstärkt werden kann, ist absolut begrenzt infolge des Zusammentreffens verschiedener unvermeidbarer physikalischer Effekte, die in der Verstärkerröhre und den notwendigerweise mit ihr verbundenen Schaltmitteln wirksam werden und auf die atomistische Natur der Elektrizität zurückgehen. Sie wirken sich aus als Rauschen und lassen sich nach ihren Ursachen unterteilen in den Schroteffekt, den Funkeleffekt, das Ionisationsrauschen, das Isolationsrauschen und das Widerstandsrauschen. Die Tatsache, daß der in der Röhre übergehende Strom durch zur Anode fliegende Elektronen gebildet wird, macht sich bemerkbar im Schroteffekt. Hierbei überlagert sich dem im Mittel fließenden Gleichstrom ein Wechselstrom verschiedenster Frequenzen. Die Schrotspannung kann für bestimmte Anpassungsfälle nach Schottky berechnet werden, für Betrieb im Sättigungsbereich ergibt sich eine einfache Formel. Bei neuzeitlichen Verstärkerröhren bleibt der Anodenstrom unter allen Umständen nur ein Bruchteil desjenigen, den die Kathode bei ihrer Betriebstemperatur auszusenden vermag. Infolge der Raumladung wird der Stromübergang ausgeglichener, der Schroteffekt also kleiner. Der Funkeleffekt, welcher in der bei niederen Frequenzen von der Theorie abweichenden Amplitude des Röhrenrauschens in Erscheinung tritt, muß mit der Art der Kathode wesentlich zusammenhängen und wird erklärt durch die Annahme des Auftretens veränderlicher Emissionsstellen der Kathode. Bei heutigen Röhren praktisch bedeutungslos ist das durch Restgas hervorgerufene Ionisationsrauschen, welches nach Messungen nennenswert erst bei einem Druck von etwa 10^{-4} Tor festzustellen ist. Ungleich wichtiger und störender kann das Isolationsrauschen werden, welches bei Röhren mit Isolationsfehlern in Prasseln übergeht. Wie alle dünnen Schichten ergeben endliche Isolationswiderstände zwischen den Einschmelzdrähten im Quetschfuß der Röhre beim Anlegen von Gleichspannung Störgeräusche, deren Frequenz und Amplitude sich weder voraussehen noch berechnen läßt. Außerdem können sich die abgegebenen Störspannungen zeitlich sehr stark ändern. Zu den inneren Störquellen gesellt sich eine äußere. Nach Schottky müssen an den Enden eines nicht stromdurchflossenen Leiters infolge der Bewegung der Leitungselektronen Störspannungen auftreten, welche als Wärmegeräusch aufzufassen sind. Die kritischste Stelle bei einem empfindlichen Verstärker ist hierfür der Gitterkreis der Eingangsröhre.

In der hier besprochenen Arbeit von W. Jacobi und W. S. Pforte wurde auf die Ausbildung einer hochempfindlichen eichbaren Meßeinrichtung zur einwandfreien Bestimmung des Gesamtrauschens besonderer Wert gelegt. Die zu untersuchende Röhre in Verstärkerschaltung ist auf das sorgfältigste abgeschirmt und dient als Vorsatz für einen widerstandsgekoppelten Vierröhrenverstärker mit einem Frequenzgang von 2 % im Bereich von 50 bis 10 000 Hz. Die Ausgangsspannung der letzten Stufe wird über Gleichrichter wahlweise durch einen unmittelbar in Mikrovolt der Eingangsspannung geeichten Effektivwertzeiger bzw. -schreiber angezeigt. Zum Herausschneiden einzelner Frequenzbereiche aus dem gesamten Frequenzband sind Oktavfilter vorgesehen, deren Lochdämpfung durch einen Zusatzverstärker wieder aufgehoben werden kann. Für die Anzeige von Spannungsspitzen ist die Meßapparatur ergänzt durch einen Impulsmesser, der wieder unmittelbar in Mikrovolt (Spitzenwert) geeicht ist. Auch hier ist neben dem Anzeigeinstrument ein Schreibgerät vorgesehen. — So einfach nun die oben wiedergegebene Unterteilung der Störungsquellen nach ihren physikalischen Ursachen ist, so schwierig wird die Angabe, welcher Anteil jeder dieser Störungsquellen am Gesamtrauschen zukommt. Auf diese Fragen gehen die Verfasser unter gleichzeitiger Untersuchung der Betriebsbedingungen für das Rauschen in einer längeren Betrachtung ein. [W. Jacobi u. W. S. Pforte, Veröff. Nachr.-Techn. (1935) 2. Folge.] *W. Schr.*

[1]) Vgl. hierzu den Bericht „Grenzen der Verstärkung", ETZ 56 (1935) H. 45, S. 1231.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 523 **Eine neuartige, abgeschirmte Spitzenentladung mit Übergang einer stromstarken Entladungsform in eine stromschwächere.** — Im Zusammenhang mit Untersuchungen über Gasreaktionen in der stillen Entladung bei Atmosphärendruck fanden die Verfasser eine neuartige Form der Spitzenentladung, die entsteht, wenn man eine positiv geladene Spitze durch eine Öffnung in das praktisch homogene Feld eines Kreisplattenkondensators längs dessen Achse einführt. Die Strom-Spannungs-Kennlinie zeigt schleifenförmigen Verlauf mit einem Ast abnehmender Stromstärke bei steigender Spannung und läßt sich in drei Teile gliedern: 1. Nach dem Zünden der Entladung ein

Abb. 6. Abhängigkeit der Stromstärke i von der Spitzenlänge L bei verschiedenen konstanten Spannungen.

steiler Stromanstieg, bei dem eine bisher nicht beobachtete Entladungsform entsteht, die sich von der positiven Spitze bis zur negativen Gegenplatte erstreckt und die kennzeichnenden Entladungsteile (positive Säule, Kathodenlicht, Dunkelräume) einer Vakuumglimmentladung zeigt; 2. mit weiter zunehmender Spannung ein Gebiet abnehmender Stromstärke, verbunden mit einem Abbau der beschriebenen Entladungsform, und 3. ein Gebiet wieder zunehmender Stromstärke, wie sie formelmäßig und dem Aussehen nach der normalen Spitzenentladung entspricht. Da sich die Kennlinien für verschiedene Spitzenlängen überschneiden, zeigen auch die Kurven der Stromstärke in Abhängigkeit von der Spitzenlänge bei konstanter Spannung den kennzeichnenden Verlauf mit den entsprechenden Entladungsteilen (s. Abb. 6). Die Kennlinien sind von der Plattengröße und vom Werkstoff der Spitze und der Platte unabhängig und ändern sich mit der Schärfe der Spitze und mit dem Druck und der Temperatur des Gases, zeigen aber den beschriebenen Entladungsverlauf. In reinen Gasen tritt die Erscheinung nicht auf. Am ausgeprägtesten ist sie bei einem Stickstoff-Sauerstoff-Gemisch mit etwa 15 % O_2. Bei anderen Gasgemischen ist sie angedeutet. [P. A. Thiessen u. H. Bartel, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 285.] *Sb.*

621. 3. 012. 1 **Symmetrische Komponenten für Mehrphasensysteme.** — Das Verfahren der symmetrischen Komponenten, das für Dreiphasennetze seit Jahren bekannt ist[1]) und namentlich bei der Berechnung von ein- und zweipoligen Erd- und Kurzschlüssen gute Dienste leistet, kann auch auf Netze von anderer Phasenzahl übertragen werden. Bei Dreiphasennetzen läßt sich bekanntlich ein System von beliebigen, unsymmetrischen Phasenspannungen darstellen als Resultierende von 3 symmetrischen Spannungssystemen, nämlich dem mitläufigen, dem gegenläufigen und dem Nullsystem. Entsprechend läßt sich nun bei einem m-Phasennetz ein beliebiges, unsymmetrisches Spannungssystem darstellen durch m symmetrische Systeme. Unter einem symmetrischen Spannungssystem sind dabei m Spannungsvektoren — jeder zu einer Phase gehörig — zu verstehen, die alle gleich lang sind und lauter gleiche Winkel miteinander einschließen, also einen regelmäßigen Stern bilden (vgl. Abb. 7 und 8). Der Winkel zwischen den Spannungsvektoren zweier aufeinanderfolgenden Phasen beträgt beim ersten symmetrischen System (der ersten symmetrischen Komponente) γ, beim zweiten 2γ, ... beim $(m\text{-}1)$ten $(m\text{-}1)\,\gamma$, wobei $\gamma = 2\,\pi/m$ ist. Schließlich gibt es noch ein nulltes symmetrisches System, bei dem die Spannungsvektoren aller Phasen gleichgerichtet sind.

Abb. 7. Unsymmetrisches, vierphasiges Spannungssystem.

Abb. 8. Die vier symmetrischen Komponenten *(0)* bis *(3)* der unsymmetrischen Spannungen von Abb. 7.

Auf ähnliche Art kann man auch m beliebige, unsymmetrische Ströme durch m symmetrische Stromsysteme darstellen. Es läßt sich zeigen, daß in einer m-Phasenmaschine, die gewisse Symmetriebedingungen erfüllt, von allen m symmetrischen Systemen nur 2 eine räumlich grundharmonische MMK erzeugen, und zwar das erste System eine mitläufige, das $(m\text{-}1)$te eine gegenläufige Dreh-MMK. Alle übrigen symmetrischen Stromsysteme erzeugen nur räumlich höhere Harmonische.

Wenn das unsymmetrische System infolge besonderer Schaltungen gewisse Bedingungen erfüllt, so können sich wesentliche Vereinfachungen ergeben. Sind z. B. (bei gerader Phasenzahl) die Ströme in je 2 diametral gegenüberliegenden Phasenwicklungen entgegengesetzt gleich, so kommen nur die symmetrischen Komponenten ungerader Ordnungszahl vor. Da das alte Zweiphasensystem eigentlich ein Vierphasensystem ist, das die genannte Bedingung erfüllt, so lassen sich in einem Zweiphasennetz beliebige Stromsysteme durch nur 2 symmetrische Systeme, nämlich ein mitläufiges und ein gegenläufiges, darstellen. [W. Wanger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 683.]

[1]) Vgl. z. B. Oberdorfer, ETZ 50 (1929) S. 265.

621. 315. 61. 029. 5 **Die Eigenschaften einiger Isolierstoffe bei hohen Frequenzen.** — An Gläsern, Porzellan, Kunststoffen und verschiedenen Gummi- und Faserstoffarten werden Messungen des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstante in Abhängigkeit von der Frequenz vorgenommen. Als weitere veränderliche Größen kommen noch Temperatur und Feuchtigkeit hinzu. Die Verfasser geben eine eingehende Beschreibung der Versuchseinrichtung, die im wesentlichen auf dem bekannten Widerstandssubstitutionsverfahren begründet ist. Als Meßproben dienen dünne Platten mit aufgeklebten Zinnfolieelektroden. Der Meßkondensator befindet sich zwecks Untersuchung der Temperaturabhängigkeit in einem abgeschlossenen Metallgefäß. Die Anordnung der Heizspirale im Innern des Gefäßes ist so gewählt, daß eine direkte Bestrahlung des Prüfkörpers vermieden wird. Zur Temperaturmessung dienen Thermoelemente.

In einem Frequenzbereich von 10 bis 10 000 kHz werden Höchstwerte des Verlustfaktors gefunden. Diese liegen für Porzellan bei 16 kHz, für Ebonit bei 100 kHz und für reinen Gummi bei 3000 kHz. Diese ausgeprägten Höchstwerte bei hohen Frequenzen und auch die großen Verlustwerte von Hartgummi stehen etwas im Gegensatz zu den bei uns bekannten Verlustfaktortafeln. Mit zunehmender Temperatur bis 110 °C wird bei Tulpenbaum-Holzpapier und

Paxolin, einem Hartpapier, ein Steigen des Verlustfaktors bis zum siebenfachen Betrag festgestellt. Der Anstieg des Verlustes ist um so steiler, je niedriger die Frequenz ist. Bei reinem Gummi sind die Verhältnisse gerade umgekehrt. Im untersuchten Frequenzbereich ist die Dielektrizitätskonstante der gemessenen Stoffe nahezu konstant. Mit steigender Temperatur wird bei Paxolin die Dielektrizitätskonstante größer.

Der Feuchtigkeitseinfluß wird nur an einem hygroskopischen Faserstoff, der bis zu 11 % Wasser aufnimmt, untersucht. Dielektrizitätskonstante und Verlustfaktor steigen mit zunehmendem Wassergehalt, wobei der Effekt um so größer ist, je niedriger die Meßfrequenz gewählt wird.

Abschließend vergleichen die Verfasser ihre Ergebnisse mit den bestehenden Theorien und stellen fest, daß unterhalb $2 \cdot 10^5$ Hz die Leitfähigkeit von maßgebendem Einfluß ist, während bei höheren Frequenzen innere Molekülverluste die Kurvenform bestimmen. Angaben über die Genauigkeit der mitgeteilten Meßergebnisse enthält die Arbeit nicht. Desgleichen vermißt man etwas die Verbindung mit den bereits bestehenden Arbeiten über das behandelte Gebiet. [Sharpe u. O'Kane, Engineering 140 (1935) S. 403.] *rz.*

Verschiedenes.

529. 7 (079) **Wettbewerb für eine wissenschaftliche Arbeit aus der Zeitmeßkunde und der Uhrentechnik.** — Die Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik E. V. schreibt einen Wettbewerb für eine wissenschaftliche Arbeit aus. Zugelassen sind wissenschaftliche Arbeiten von Wert aus den Gebieten der Zeitmeßkunde und Uhrentechnik. Ein festes Thema wird nicht vorgeschlagen. Jeder Bewerber kann sich das besondere Thema, das er bearbeiten will, selbst auswählen. Besondere Themen werden aber angeregt. Auskunft erteilt Regierungsrat Dr. A. Repsold, Hamburg 3, Deutsche Seewarte.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

629. 12 (063) **36. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1935.** — Auf dieser Tagung, die unter Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. E. h. Schütte vom 20. bis 23. 11 1935 in Berlin stattfand, fanden vor allem die vier Vorträge (Dr. Schnadel, Dr. Horn, Dr. Weinblum, Obering. Weiß) zu dem wissenschaftlichen Ergebnis der Hochseemeßfahrt, die im November/Dezember 1934 mit M. S. „San Francisco“ der Hapag durchgeführt wurde, lebhaften Beifall. Diese Messungen zu den Beanspruchungen des Schiffs im Seegang werden für die weitere Entwicklung deutscher Schiffsbaukunst von größtem Wert sein, da nunmehr zutreffendere Berechnungen durchgeführt werden können. Die Hauptschwierigkeit bei der Durchführung der Messungen bestand in dem sicheren Anzeigen der empfindlichen Meßgeräte mit elektrischem Antrieb zur Fernaufzeichnung. Zu den Messungen der Wellenform am Schiffskörper hatte Obering. Weiß eine völlig neuartige Wellenmeßeinrichtung entworfen. An mehreren Querschnitten des Schiffs wurden an der Außenbordseite Bänder von besonders ausgebildeten elektrischen Kontakten in kurzen Abständen voneinander angeordnet; ihr Kontaktschluß bewirkt das Seewasser, so daß Lichtstromkreise geschlossen und die je nach der Höhe des Wasserspiegels aufleuchtenden Lampen auf Filmen aufgezeichnet werden können. Dem Vortrage von Herrn Dir. Bleicken von der Hapag war zu entnehmen, daß die erste Ausfahrt der „Potsdam“ mit elektrischem Schraubenantrieb und Hochdruckdampf[1]) anstandslos verlaufen ist und keine Bedenken bestehen, auf diesem Wege fortzuschreiten. Betriebssicherheit und Manövrierfähigkeit sind bei dem turboelektrischen Betrieb auf jeden Fall gewährleistet. Man wird sich auch nunmehr dem dieselelektrischen Betrieb zuwenden. Wurdel, Berlin, berichtete über ein neues Mikrophontelephon, das infolge richtiger Anwendung der akustischen Gesetze ein sicheres Telephonieren in geräuschgestörten Räumen, insbesondere in den Dieselmotorräumen von Schiffen, ermöglicht. *Pge.*

[1]) ETZ 56 (1935) H. 29, S. 809.

Das Programm der 2. Energietagung: „Elektrizität“ im Essener Haus der Technik.

1. Tag: 16. 1. (Do), 19 h, im großen Saal des Städt. Saalbaues, Essen:

1. „Einleitende Ausführungen“ Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge VDE, Berlin.
2. „Die Aufgaben der deutschen Elektrizitätswirtschaft“ Direktor Dr.-Ing. E. h. Koepchen VDE, Essen.
3. „Die Arbeiten des VDE“ Dr.-Ing. Bohnhoff VDE, Dortmund.
4. „Die Verbundwirtschaft in der deutschen Elektrizitätsversorgung“ Direktor Dipl.-Ing. Zschintzsch VDE, Berlin.
5. Film „Urkraft des Weltalles“.
6. Schlußwort.

2. Tag: 17. 1. (Fr), 9 bis 13 h, im großen Saal des Städt. Saalbaues, Essen:

1. „Durchdringung der Industrie mit Elektrizität“ Direktor Dr.-Ing. E. h. Bingel VDE, Berlin.
2. „Über Bau und Anwendung der Elektrostahl-Schmelzöfen, insbesondere in Qualitätsstahlwerken“ Dr.-Ing. Pölzguter, Bochum.
3. „Die Anwendung der Elektrowärme bei der Verarbeitung von Stahl“ Dr.-Ing. Hougardy, Bochum.
4. „Anwendung und Ausnutzung der Elektrowärme in der Nichteisenmetall-Industrie“ Dr.-Ing. Veltman, Finow (Mark).
5. „Wasserkraftausnutzung“ Regierungsbaurat a. D. Henninger, Freiburg i. Br.

nachmittags von 15 bis 18 h 30 m:

6. „Die vollkommene Wohnung im Zeitalter der Elektrizität“ Architekt Berchem, Essen.
7. „Neuzeitliche Gesichtspunkte für Anlage und Betrieb elektrischer Großküchen“ F. Linke, Berlin.
8. „Die Bedeutung der Elektrizität als Licht-, Kraft- und Wärmequelle im Handwerk und Kleingewerbe“ Dipl.-Ing. S. Hutt, Düsseldorf.
9. „Elektrizität als Treibstoff im Verkehrswesen“ Direktor Dr.-Ing. E. h. Kern, Essen.
10. „Schlußwort“ Dipl.-Ing. Seebauer, München.

Der Elektrotagung voraus gehen Versammlungen der Bezirksgruppe Westfalen der Wirtschaftsgruppe für Elektrizitätsversorgung und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Gau Ruhr-Lippe. Die Eintrittsgebühr für den 16. 1. beträgt 0,30 RM und für den 17. 1. 0,50 RM. Anforderungen über das ausführliche Programm sowie Anmeldungen sind rechtzeitig an die Geschäftsstelle des Hauses der Technik, Essen, Postfach 254, zu richten.

AUS LETZTER ZEIT.

Neuer Fernsehsender Witzleben. — Der Brand auf der Berliner Funkausstellung 1935 hatte auch den Fernsehsender Witzleben vollkommen vernichtet. Der Sender ist jedoch bereits neu aufgebaut und am 23. 12. 1935 dem Betrieb übergeben worden. Die Eröffnungsfeier wurde auf 8 öffentliche Fernsehstellen in Berlin und Potsdam übertragen.

Kraftleitung mit 3683 m Spannweite in Schweden. — Über Mifjord zwischen Ålesund und Molde hat die Tafjord Kraftselskap eine Kraftleitung mit 3683 m Spannweite gebaut[1]). Die Landfesten liegen auf 535 bzw. 178 m, der tiefste Punkt der Leitung auf 60 m ü. M. Der Baustoff ist Stahl von 200 kg/mm² Bruchfestigkeit. Die Leitung ist aus Stücken von 215 bis 193 mm² Querschnitt zusammengesetzt. Vorläufig ist nur einphasiger Betrieb vorgesehen, die See soll die Rückleitung besorgen.

Fernsprechkabel Australien—Tasmanien. — Am 25. 11. 1935 ist die Auslegung eines 250 km langen Fernsprechkabels durch die Baßstraße vollendet worden, durch das Tasmanien an das Weltfernsprechnetz angeschlossen wird. Das Kabel ist als koaxiales Einleiterkabel mit Paraguttaisolation gebaut; wenigstens 5 Fernsprechkreise und 7 Telegraphierkanäle können gleichzeitig betrieben werden. *Bm.*

[1]) Bakke-Fagerberg, Elektrotekn. T. (1935) Nr. 34, S. 504.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. Dezember 1935.

620. 9 : 34 (43)

Um die Energiewirtschaft als wichtige Grundlage des wirtschaftlichen und sozialen Lebens im Zusammenwirken aller beteiligten Kräfte der Wirtschaft und der öffentlichen Gebietskörperschaften einheitlich zu führen und im Interesse des Gemeinwohls die Energiearten wirtschaftlich einzusetzen, den notwendigen öffentlichen Einfluß in allen Angelegenheiten der Energieversorgung zu sichern, volkswirtschaftlich schädliche Auswirkungen des Wettbewerbs zu verhindern, einen zweckmäßigen Ausgleich durch Verbundwirtschaft zu fördern und durch all dies die Energieversorgung so sicher und billig wie möglich zu gestalten, hat die Reichsregierung das folgende Gesetz beschlossen, das hiermit[1]) verkündet wird:

§ 1.

(1) Die deutsche Energiewirtschaft (Elektrizitäts- und Gasversorgung) untersteht der Aufsicht des Reiches.

(2) Die Aufsicht übt der Reichswirtschaftsminister aus, und zwar, soweit Belange der Energieversorgung der Gemeinden und Gemeindeverbände berührt werden, im Einvernehmen mit dem Reichsminister des Innern in seiner Eigenschaft als Kommunalaufsichtsbehörde.

§ 2.

(1) Energieanlagen im Sinne dieses Gesetzes sind Anlagen, die der Erzeugung, Fortleitung oder Abgabe von Elektrizität oder Gas dienen. Zu den Energieanlagen gehören solche Anlagen nicht, die lediglich der Übertragung von Zeichen oder Lauten dienen.

(2) Energieversorgungsunternehmen im Sinne dieses Gesetzes sind ohne Rücksicht auf Rechtsformen und Eigentumsverhältnisse alle Unternehmen und Betriebe, die andere mit elektrischer Energie oder Gas versorgen oder Betriebe dieser Art verwalten (öffentliche Energieversorgung). Unternehmen und Betriebe, welche nur teilweise oder im Nebenbetrieb öffentliche Energieversorgung betreiben, gelten insoweit als Energieversorgungsunternehmen. Der Reichswirtschaftsminister entscheidet endgültig darüber, ob und inwieweit ein Unternehmen Energieversorgungsunternehmen im Sinne dieses Gesetzes ist.

§ 3.

Der Reichswirtschaftsminister kann von den Energieversorgungsunternehmen jede Auskunft über ihre technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse verlangen, soweit der Zweck dieses Gesetzes es erfordert. Er kann auch bestimmte technische und wirtschaftliche Vorgänge und Tatbestände bei diesen Unternehmen mitteilungspflichtig machen.

§ 4.

(1) Die Energieversorgungsunternehmen sind verpflichtet, vor dem Bau, der Erneuerung, der Erweiterung oder der Stillegung von Energieanlagen dem Reichswirtschaftsminister Anzeige zu erstatten.

(2) Der Reichswirtschaftsminister kann den Bau, die Erneuerung, die Erweiterung oder die Stillegung von Energieanlagen der Energieversorgungsunternehmen innerhalb einer Frist von einem Monat nach Eingang der Anzeige beanstanden. Beanstandete Vorhaben kann er innerhalb einer weiteren Frist von zwei Monaten nach der Beanstandung untersagen, wenn Gründe des Gemeinwohles es erfordern. Der Untersagung geht ein Untersagungsverfahren voraus.

(3) Der Reichswirtschaftsminister bestimmt den Umfang der Anzeigepflicht nach Abs. 1. Er erläßt die Vorschriften über Formen und Fristen für die Anzeige und das Untersagungsverfahren. Er kann die in Abs. 2 bezeichnete Frist für die Untersagung verlängern.

(4) Der Reichswirtschaftsminister kann die Auskunfts- und Mitteilungspflicht nach § 3 sowie die Anzeigepflicht nach Abs. 1 auch auf Energieanlagen erstrecken, die zum Betriebe anderer Unternehmen als Energieversorgungsunternehmen gehören.

[1]) Vgl. Deutschen Reichs- und Preuß. Staatsanzeiger vom 16. Dezember 1935.

§ 5.

(1) Wenn Unternehmen und Betriebe, die nicht Energieversorgungsunternehmen sind, die Versorgung anderer mit Energie aufnehmen, so bedürfen sie hierzu der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers.

(2) Vor der Errichtung oder Erweiterung einer Energieanlage zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas, die zur Deckung des Eigenbedarfs bestimmt ist, hat der Unternehmer dem Energieversorgungsunternehmen, welches das Gebiet, in dem die Anlage errichtet werden soll, mit Energie versorgt, hierüber Mitteilung zu machen.

§ 6.

(1) Versorgt ein Energieversorgungsunternehmen ein bestimmtes Gebiet, so ist es verpflichtet, allgemeine Bedingungen und allgemeine Tarifpreise öffentlich bekanntzugeben und zu diesen Bedingungen und Tarifpreisen jedermann an sein Versorgungsnetz anzuschließen und zu versorgen (allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht).

(2) Die allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht besteht nicht,

1. wenn der Anschluß oder die Versorgung dem Versorgungsunternehmen aus wirtschaftlichen Gründen, die auch in der Person des Anschlußnehmers liegen können, nicht zugemutet werden kann,
2. wenn der Anschlußnehmer die Mitteilung nach § 5 Abs. 2 unterlassen hat, es sei denn, daß die Mitteilung ohne sein Verschulden unterblieben oder seit Errichtung oder Erweiterung der Energieerzeugungsanlage ein Zeitraum von 10 Jahren verstrichen ist.

(3) Wer selbst eine Energieanlage zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas oder eine andere gleich zu achtende Energieerzeugungsanlage betreibt, kann sich für das Grundstück, auf dem die Anlage sich befindet, und für andere eigene Grundstücke, die von der Anlage aus versorgt werden können, nicht auf die allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht nach Abs. 1 berufen. Er kann aber Anschluß und Versorgung in dem Ausmaß und zu Bedingungen verlangen, die dem Energieversorgungsunternehmen wirtschaftlich zumutbar sind. Verträge werden durch die Bestimmungen der Abs. 2 und 3 nicht berührt.

(4) Der Reichswirtschaftsminister kann Anordnungen treffen, die von den Vorschriften der Absätze 1 bis 3 abweichen, wenn ein wichtiges öffentliches Interesse vorliegt. Solche Anordnungen binden Gerichte und Verwaltungsbehörden.

(5) Wird ein Energieversorgungsunternehmen nach § 17 der Deutschen Gemeindeordnung als öffentliche Einrichtung einer Gemeinde (eines Gemeindeverbandes) betrieben, so finden im Streitfalle über die Anschluß- und Versorgungspflicht (Abs. 1 bis 3) die Verfahrensvorschriften der §§ 29 und 30 der Deutschen Gemeindeordnung Anwendung; auf Antrag einer Partei entscheidet das Verwaltungsgericht auch über Ausmaß und Bedingungen von Anschluß und Versorgung, die nach Abs. 3 Satz 2 dem Energieversorgungsunternehmen zumutbar sind.

§ 7.

Der Reichswirtschaftsminister kann durch allgemeine Vorschriften und Einzelanordnungen die allgemeinen Bedingungen und allgemeinen Tarifpreise der Energieversorgungsunternehmen (§ 6 Abs. 1) sowie die Energieeinkaufspreise der Energieverteiler wirtschaftlich gestalten. Die Entscheidungen des Reichswirtschaftsministers sind für Gerichte und Verwaltungsbehörden bindend.

§ 8.

(1) Zeigt sich ein Energieversorgungsunternehmen außerstande, seine Versorgungsaufgaben, insbesondere die ihm auf Grund dieses Gesetzes auferlegten Pflichten, zu erfüllen und können zur Beseitigung der das Energieversorgungsunternehmen an der Erfüllung seiner Versorgungsaufgaben hindernden Umstände ausreichende Maßnahmen nicht getroffen werden,

so kann ihm der Reichswirtschaftsminister nach Durchführung eines Untersagungsverfahrens den Betrieb ganz oder teilweise untersagen. Er kann ein anderes Energieversorgungsunternehmen mit der Übernahme der Versorgungsaufgaben beauftragen. Der Auftrag kann mit Auflagen verbunden werden. Soweit der Betrieb eines Energieversorgungsunternehmens einer oder mehrerer öffentlicher Gebietskörperschaften untersagt wird, soll tunlichst ein Energieversorgungsunternehmen einer anderen öffentlichen Gebietskörperschaft mit der Übernahme der Versorgungsaufgaben beauftragt werden, sofern diese nicht besser und wirtschaftlicher durch ein anderes Unternehmen erfüllt werden können (vgl. § 67 der Deutschen Gemeindeordnung). Das Unternehmen soll nur beauftragt werden, wenn ihm die Übernahme der Versorgungsaufgaben zugemutet werden kann. Das Unternehmen ist verpflichtet, dem Auftrage nachzukommen. Der Reichswirtschaftsminister kann auch ein anderes Unternehmen als ein Energieversorgungsunternehmen beauftragen, wenn dieses zur Übernahme des Auftrages bereit ist.

(2) Das beauftragte Unternehmen tritt in die Rechte und Pflichten aus den Energieversorgungsverträgen ein. Inwieweit hiernach Rechte und Pflichten übergegangen sind, wird im Streitfalle vom Reichswirtschaftsminister endgültig festgestellt.

(3) Der Reichswirtschaftsminister kann das beauftragte Unternehmen in den Gebrauch der Energieanlagen, soweit dies für die Erfüllung der Versorgungsaufgaben notwendig ist, vorläufig einweisen. Dem beauftragten Unternehmen kann gestattet werden, die zur Sicherstellung der Energieversorgung erforderlichen Änderungen an den Anlagen vorzunehmen.

§ 9.

(1) Der Reichswirtschaftsminister kann auf Antrag des mit der Übernahme der Versorgungsaufgaben nach § 8 beauftragten Unternehmens die Zulässigkeit der Enteignung der von der Entziehung betroffenen Energieanlagen und Rechte am Grundeigentum anordnen. Der Antrag muß gestellt werden, wenn das Unternehmen, dem der Betrieb nach § 8 untersagt worden ist, dies verlangt.

(2) Auf das Enteignungsverfahren finden die Vorschriften des § 11 dieses Gesetzes Anwendung mit der Maßgabe,

1. daß eine angemessene Entschädigung gewährt wird,
2. daß die Entschädigung in einer Beteiligung an dem Unternehmen, zugunsten dessen die Enteignung erfolgt, gewährt wird, sofern die Einweisung in die Rechte eines Unternehmens geschieht, das sich im Besitze des Reiches, der Länder oder der Gemeinden (Gemeindeverbände) befindet oder an dem Reich, Länder oder Gemeinden (Gemeindeverbände) mit mehr als der Hälfte des Kapitals unmittelbar oder mittelbar beteiligt sind, und wenn Reich, Länder oder Gemeinden (Gemeindeverbände) die Beteiligung beantragen. Der Reichswirtschaftsminister kann anordnen, daß von der Anwendung dieser Bestimmung abgesehen wird.
3. daß der Reichswirtschaftsminister, wenn das zur Enteignung berechtigte Unternehmen das Enteignungsverfahren nicht betreibt, auf Antrag des von der Enteignung betroffenen Unternehmens anordnen kann, daß die Entscheidungen im Enteignungsverfahren von Amts wegen ergehen. In diesem Fall kann die Enteignungsbehörde das zur Enteignung berechtigte Unternehmen anhalten, die erforderlichen Unterlagen vorzulegen. § 15 Abs. 1 findet sinngemäß Anwendung.

(3) Für die Übertragung von Rechten aus den Energieversorgungsverträgen und für die Gebrauchseinweisung nach § 8 werden von der Enteignungsbehörde nach den Bestimmungen über das Entschädigungsfeststellungsverfahren der Enteignungsgesetze der Länder und nach Inkrafttreten eines Reichsenteignungsgesetzes dieses Gesetzes Entschädigungen festgesetzt. Abs. 1 und 2 Ziffer 1 finden entsprechende Anwendung.

(4) Die Durchführung der Maßnahmen nach §§ 8 und 9 ist frei von öffentlichen Abgaben und Gerichtsgebühren.

§ 10.

Die Einfuhr von Elektrizität oder Gas auf festen Leitungswegen sowie der Abschluß von Verträgen hierüber bedürfen der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers.

§ 11.

(1) Soweit für Zwecke der öffentlichen Energieversorgung die Entziehung oder die Beschränkung von Grundeigentum oder Rechten am Grundeigentum im Wege der Enteignung erforderlich wird, stellt der Reichswirtschaftsminister die Zulässigkeit der Enteignung fest.

(2) Für das Verfahren gelten die Landesgesetze mit der Maßgabe, daß die endgültige Entscheidung über die Zulässigkeit der Inanspruchnahme der Grundstücke zur Ausführung von Vorarbeiten und über die Art der Durchführung und den Umfang der Enteignung, soweit sie nicht in einem Verwaltungsstreitverfahren ergeht, der Reichswirtschaftsminister trifft.

(3) Nach Inkrafttreten eines Reichsenteignungsgesetzes gelten für das Verfahren die Vorschriften des Reichsenteignungsgesetzes; die Entscheidungen nach Abs. 1 und 2 trifft dann der nach dem Reichsenteignungsgesetz zuständige Reichsminister.

§ 12.

Soweit von Energieversorgungsunternehmen für Benutzung von Straßen und Verkehrswegen jeder Art Benutzungsgebühren oder sonstige Entschädigungen zu entrichten sind, kann der Reichswirtschaftsminister allgemeine Vorschriften oder Einzelanordnungen über deren Zulässigkeit und Bemessung erlassen.

§ 13.

(1) Der Reichswirtschaftsminister kann Vorschriften und Anordnungen über die Erhaltung vorhandener und die Errichtung zusätzlicher Energieanlagen sowie über die Abgabe von Energie erlassen, soweit solche zur Sicherstellung der Landesverteidigung erforderlich sind und den Unternehmen zugemutet werden können. Werden über das wirtschaftlich Zumutbare hinaus Auflagen gemacht, so ist dem Unternehmen eine angemessene Entschädigung zu gewähren, die der Reichswirtschaftsminister festsetzt. Die Entscheidungen des Reichswirtschaftsministers sind für Gerichte und Verwaltungsbehörden bindend.

(2) Der Reichswirtschaftsminister erläßt Vorschriften und Anordnungen über die technische Beschaffenheit, die Betriebssicherheit, die Installation von Energieanlagen und von Energieverbrauchsgeräten sowie deren Überwachung.

§ 14.

Die Personen, deren sich der Reichswirtschaftsminister zur Erfüllung seiner Obliegenheiten bedient, und deren Gehilfen dürfen vorbehaltlich der dienstlichen Berichterstattung die bei Wahrnehmung ihres Dienstes erlangten Kenntnisse von Geschäfts- und Betriebsverhältnissen nicht unbefugt verwerten oder an andere mitteilen. Über andere Tatsachen, an deren Nichtbekanntwerden ein öffentliches Interesse oder ein berechtigtes Interesse der Betroffenen besteht, haben sie die Verschwiegenheit zu wahren. Angestellte sind auf gewissenhafte Erledigung ihrer Obliegenheiten durch Handschlag zu verpflichten. Diese Pflichten werden durch Ausscheiden aus dem Dienst oder Beendigung der Tätigkeit nicht berührt.

§ 15.

(1) Der Reichswirtschaftsminister kann die Unternehmen und die verantwortlichen Leiter der Unternehmen durch Erzwingungsstrafen, deren Höchstmaß unbeschränkt ist, oder durch unmittelbaren Zwang zur Befolgung seiner Anordnungen oder von Anordnungen der Stellen, welchen er Befugnisse aus diesem Gesetz übertragen hat, anhalten. Die Erzwingungsstrafen werden auf Ersuchen des Reichswirtschaftsministers von den Finanzämtern nach den Vorschriften der Reichsabgabenordnung und der zu ihrer Durchführung ergangenen und noch ergehenden Bestimmungen beigetrieben. Soweit Gemeinden (Gemeindeverbände) oder deren Beamte zur Befolgung von Anordnungen angehalten werden sollen, richtet sich das Verfahren nach den hierfür geltenden verwaltungsrechtlichen Vorschriften.

(2) Mit Gefängnis und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen wird bestraft, wer § 14 zuwider seine Pflicht zur Verschwiegenheit verletzt oder die Kenntnisse von Geschäfts- oder Betriebsverhältnissen unbefugt verwertet.

(3) Mit Geldstrafe wird bestraft:

1. wer die nach §§ 3 und 4 angeordneten Auskünfte, Anzeigen und Mitteilungen unterläßt oder sie unrichtig oder unvollständig erstattet.
2. wer vor Ablauf der im § 4 bezeichneten Fristen ohne Genehmigung des Reichswirtschaftsministers oder nach der Untersagung durch den Reichswirtschaftsminister den Bau, die Erneuerung, die Erweiterung oder die Stilllegung von Energieanlagen in Angriff nimmt,
3. wer entgegen der Vorschrift des § 5 Abs. 1 ohne Genehmigung des Reichswirtschaftsministers die Energieversorgung anderer aufnimmt,

4. wer ohne die Genehmigung des Reichswirtschaftsministers nach § 10 Elektrizität oder Gas in das Reichsgebiet einführt oder die Genehmigung des Reichswirtschaftsministers für Verträge über die Einfuhr von Elektrizität oder Gas nicht einholt,
5. wer Vorschriften oder Anordnungen des Reichswirtschaftsministers nach § 13 nicht befolgt.

(4) Die Strafverfolgung nach Abs. 2 und 3 tritt nur auf Antrag des Reichswirtschaftsministers ein. Der Strafantrag kann zurückgenommen werden.

§ 16.

(1) Zur Vorbereitung der Entscheidungen und Anordnungen aus diesem Gesetz kann der Reichswirtschaftsminister den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft mit Aufträgen versehen. Er kann ferner Befugnisse aus den §§ 3 und 4 Absatz 1 auf den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft übertragen.

(2) Der Reichswirtschaftsminister kann Befugnisse aus §§ 3, 4 Absatz 1 und Absatz 2 Satz 1, § 5 Absatz 1 und § 13 Absatz 2 dieses Gesetzes auf nachgeordnete Behörden übertragen.

§ 17.

(1) Das Gesetz betreffend Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 31. 12. 1919 (Reichsgesetzbl. 1920, S. 19) und die Bekanntmachung über Elektrizität und Gas sowie Dampf, Druckluft, Heiß- und Leitungswasser vom 21. 6. 1917 (Reichsgesetzblatt 1917, S. 543) werden aufgehoben. Die Verordnung über Mitteilungspflicht in der Energiewirtschaft vom 30. 7. 1934 (Reichsgesetzbl. I, S. 765) tritt zu einem von dem Reichswirtschaftsminister zu bestimmenden Zeitpunkt außer Kraft.

(2) Mit Ablauf des 31. 3. 1936 tritt die Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser in der Fassung vom 16. 6. 1922 (Reichsgesetzbl. I, S. 509 ff. — Schiedsgerichtsverordnung) außer Kraft. Die im Zeitpunkt des Außerkrafttretens der Verordnung anhängigen Verfahren können nach den bisher geltenden Vorschriften weitergeführt werden; der Reichsjustizminister wird ermächtigt, die Verfahren auf andere Stellen überzuleiten.

§ 18.

Wegen eines Schadens, der durch Maßnahmen entsteht, die in Durchführung dieses Gesetzes oder seiner Durchführungsvorschriften getroffen werden, wird eine Entschädigung nicht gewährt, es sei denn, daß dieses Gesetz ausdrücklich etwas anderes bestimmt.

§ 19.

(1) Der Reichswirtschaftsminister erläßt im Einvernehmen mit den beteiligten Reichsministern die zur Durchführung dieses Gesetzes erforderlichen Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften.

(2) Der Reichswirtschaftsminister kann hierbei Landesgesetze und landesrechtliche Vorschriften über die Energieversorgung ändern oder außer Kraft setzen.

§ 20.

Dieses Gesetz tritt mit dem Tage seiner Verkündung in Kraft.

Berlin, den 13. Dezember 1935.

Der Führer und Reichskanzler
gez.: Adolf Hitler.

Der Reichswirtschaftsminister
Mit der Führung der Geschäfte beauftragt:
gez.: Dr. Hjalmar Schacht,
Präsident des Reichsbank-Direktoriums.

Der Reichsminister des Innern
gez.: Frick.

Der Reichskriegsminister und Oberbefehlshaber
der Wehrmacht
gez.: v. Blomberg.

Begründung.

Die Aufgabe der Energiewirtschaftsführung besteht in der Erfüllung von drei Grundforderungen der Volkswirtschaftspolitik:

möglichst wirtschaftliche Produktion,
möglichst soziale Verteilung des Produktionsertrages und
möglichste Sicherstellung der Energieversorgung.

Diese Forderungen umfassen zunächst die technische Ausgestaltung der Elektrizitäts- und Gasversorgung. Die technische Leistungsfähigkeit der deutschen Energieerzeugung und -verteilung hat von jeher auf anerkannter Höhe gestanden. Zumal auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft kann Deutschland als das Mutterland der zentralen Versorgung gelten. Die deutsche elektrotechnische Industrie ist die Schöpferin eines großen Teiles der Elektrizitätswirtschaft der Welt. Im Hinblick auf den technischen Aufbau hat es sich für die Energieversorgung zunächst als nützlich erwiesen, daß sie sich ohne besondere gesetzliche Regelung frei entwickeln konnte. Die technischen Möglichkeiten für Veränderungen und Verbesserungen sind zwar auch heute noch keineswegs erschöpft, so daß eine Ordnung der Energiewirtschaft im Wege der Gesetzgebung behutsam darauf Bedacht nehmen muß, eine Einengung von Entwicklungsmöglichkeiten zu vermeiden. Eine gesetzliche Ordnung kann aber technische Leistungsfähigkeit fördern, wenn sie unter Wahrung der freien und selbständigen Verantwortung der energiewirtschaftlichen Unternehmungen einer Erstarrung der Energieversorgungswirtschaft, die als Folge der monopolartigen Stellung der einzelnen Unternehmen denkbar wäre, den Widerstand einer rein nach volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten arbeitenden übergeordneten Stelle entgegensetzt. Dabei ist für die technische Fortentwicklung besonders auch die Hauptforderung nach Sicherstellung der deutschen Energieversorgung unter allen möglichen Umständen zu beachten, zu der es gehört, daß nach Lage der gesamten deutschen Rohstoffwirtschaft diejenigen Energiearten zu bevorzugen sind, die der deutsche Boden am günstigsten zur Verfügung stellt.

Der wirtschaftliche Stand der deutschen Elektrizitäts- und Gasversorgung zeigt die Vorzüge, aber auch die Mängel einer freien und raschen Entwicklung. Der Wettbewerbskampf zwischen den einzelnen Energiewirtschaftsunternehmen und den verschiedenen Energiearten hat zur Ausdehnung und Verbesserung der Anlagen und zu wertvollen Bemühungen auf dem Gebiet der Tarif- und Preisgestaltung einen Antrieb gegeben. Er hat andererseits eine uneinheitliche und ungleichmäßige Behandlung der Versorgungsgebiete und eine Reihe der Gesamtwirtschaft und den Einzelunternehmen schädlicher Fehlinvestitionen zur Folge gehabt, so daß das volkswirtschaftliche Gesamtergebnis der Energieversorgung hinter den Erwartungen zurückgeblieben ist, die man angesichts des technischen Fortschritts hegen durfte. Dabei hat sich auch nachteilig geltend gemacht, daß die Energiewirtschaft vermöge ihrer Abhängigkeit von den Wegerechten der öffentlichen Straßeneigentümer — einem Umstand, der sonst auch wieder eine wertvolle ordnende Bedeutung hat — stärker als irgendein anderer Wirtschaftszweig von der Wirtschafts- und Finanzpolitik, ja auch von der Parteipolitik, beinflußt wurde. So war die Versorgungswirtschaft stark durch wirtschaftsfremde Bedingtheiten gebunden, ohne daß sie als Gegengewicht eine einheitliche Führung besaß. Das Ergebnis ist das Vorhandensein einer großen Summe wirtschaftlicher und finanzieller Fehlleitungen, eine absatzhemmende Uneinheitlichkeit der Tarife und Preise sowie nicht unerhebliche Mängel in der Sicherheit der Versorgung. Es bleibt jedoch anzuerkennen, daß die Energiewirtschaft bis auf ganz wenige Ausnahmen das gesamte Reichsgebiet jedenfalls mit einer der Energiearten Elektrizität oder Gas ausgestattet hat, wobei die Förderung durch Reich, Länder und Gemeindeverbände für die dünn besiedelten Gebiete eine unentbehrliche Unterstützung gewährt hat.

Das vorliegende Gesetz soll unter Wahrung der freien Entfaltungsmöglichkeit für die wertvollen Kräfte selbständiger Unternehmerverantwortung bei den Trägern der Energiewirtschaft darauf hinwirken, daß die geschilderten Mängel behoben werden. Damit wird zugleich einem Wunsche entsprochen, den die deutsche Energiewirtschaft selbst ohne Rücksicht auf damit möglicherweise verbundene Benachteiligung einzelner Unternehmerinteressen aus dem Willen nach einer gemeinnützigen Wirtschaftsgestaltung zum Ausdruck gebracht hat. Einen Antrag auf Erlaß eines Energiewirtschaftsgesetzes, das sowohl die Elektrizitäts- wie die Gasversorgung umfaßt, hat der Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft der Organisation der gewerblichen Wirtschaft gestellt. Das Verlangen nach einer gesetzlichen Neuordnung der Energiewirtschaft ist auch das Ergebnis sowohl des im Auftrag des Reichswirtschaftsministers erstatteten Gutachtens „über die in der deutschen Elektrizitätswirtschaft zur Förderung des Gemeinnutzes notwendigen Maßnahmen" als auch des Berichtes „über die Aufgaben in der Elektrizitätswirtschaft", der von der Unterkommission für Wirtschaftspolitik der politischen Zentralkommission der NSDAP, Abteilung Elektrizität, eingereicht wurde. Dieselbe Forderung kommt ferner zum Ausdruck in den Vorschlägen des Deutschen Ge-

meindetages über „die Neugestaltung der deutschen Elektrizitätswirtschaft" sowie in einer Reihe von Einzelvorschlägen von Volksgenossen, die in Verwaltung und Wirtschaft Erfahrungen gesammelt haben. Es kann festgestellt werden, daß die freiwillige Mitarbeit zahlreicher Sachkenner wertvolle Anregungen vermittelt hat. Trotz mancher Abweichungen in dem Bilde der künftigen materiellen Gestaltung sowie in den Vorschlägen über das Maß der vorzunehmenden Eingriffe und den erforderlichen organisatorischen Aufbau stimmen doch die Vorschläge in den Grundforderungen überein.

Die Bestrebungen nach einer gesetzlichen Regelung in der Energiewirtschaft, insbesondere in der Elektrizitätswirtschaft, reichen weit in die Vorkriegszeit zurück und sind schon damals in der Literatur eingehend behandelt worden. Nach Beendigung des Krieges wurde das Gesetz betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 31. Dezember 1919 erlassen. Entsprechend den damals herrschenden Anschauungen zielte es auf die Übertragung der Elektrizitätsversorgungsunternehmen in den Besitz der öffentlichen Hand hin. Dieser staatskapitalistische Aufbau der Elektrizitätsversorgung kam jedoch vermöge der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse der Wirklichkeit nicht zustande, so daß das Gesetz praktische Bedeutung nicht erlangte. Es steht im Widerspruch zu dem Grundgedanken nationalsozialistischer Wirtschaftsauffassung, nach dem es auf die Erfüllung der wirtschaftlichen Funktionen im Interesse des Volkes ankommt, nicht auf die Überführung des privaten Kapitals in den Staatsbesitz. Dabei ist aber nicht zu verkennen, daß die Beteiligung der öffentlichen Hand an der Elektrizitäts- und Gaswirtschaft nicht als ein Übergriff in einen der privaten Wirtschaft vorbehaltenen Aufgabenkreis angesehen werden kann, sondern in der Besonderheit der Versorgungsaufgaben sehr wohl begründet ist.

Das vorliegende Gesetz beseitigt diese alte, formal bisher noch bestehende Gesetzgebung. In den Jahren 1922 und 1923 fanden eingehende Beratungen über den Entwurf eines Elektrowirtschaftsgesetzes statt, das eine umfangreiche Verwaltungsorganisation unter Anlehnung an das damalige parlamentarische System sowie ein zentrales Finanzierungsinstitut für die Elektrizitätswirtschaft schaffen wollte. Wertvolle Vorarbeiten für das vorliegende Gesetz haben die statistischen und allgemeinen wirtschaftlichen Erhebungen des Enquête-Ausschusses geliefert, in denen unter anderem die Verschiedenheiten und Mängel der Elektrizitätstarife eingehend behandelt worden sind. Die Frage des zweckmäßigen künftigen Ausbaues der Elektrizitätserzeugung und -großverteilung behandelte der Elektrizitätsversorgungsplan, den Oskar von Miller in den Jahren 1928/29 im Auftrage des Reichswirtschaftsministers ausarbeitete. Praktische Bedeutung konnte der Plan nicht erlangen, weil er nach seiner Fertigstellung teilweise durch die Tatsachen überholt war, ihm zum anderen Teil aber durch den inzwischen zutage tretenden wirtschaftlichen Niedergang vorläufig die Grundlage entzogen wurde.

Auf dem Gebiet der Energietarife sammelte das Reichswirtschaftsministerium wichtige Erfahrungen aus der Tätigkeit des Reichskommissars für Preisüberwachung, der Ende 1931 eingesetzt wurde. Die Befugnis zu Eingriffen in die Energiepreise allein erwies sich nicht als ausreichend, eine endgültige Besserung herbeizuführen. Es konnte damit lediglich eine jeweilige Anpassung der Energiepreise an die Kaufkraft der Bevölkerung in den Grenzen der vorliegenden Voraussetzungen erreicht werden.

Die von dem Ministerium selbst gemachten Erfahrungen sowie die vorerwähnten Gutachten und Berichte erwiesen übereinstimmend, daß es notwendig ist, durch eine Energiewirtschaftsführung auf lange Sicht

1. den Bau und Ausbau der Energieerzeugungsanlagen und auch der Verteilungsanlagen in der Richtung einer rationellen, die billigste, aber auch sicherste Bereitstellung der erforderlichen Energien gewährleistenden Weise zu lenken,
2. die Energietarife dahin zu beeinflussen, daß sie sowohl den besonderen Bedürfnissen der Verbraucher angepaßt, als auch zunächst in einzelnen Wirtschaftsgebieten und weiterhin im gesamten Reichsgebiet möglichst angeglichen und volkswirtschaftlich zweckmäßig gestaltet werden.

Beide Bestrebungen dienen zugleich der zweckmäßigen Lenkung der künftigen Kapitalinvestitionen sowohl der Werke als der Verbraucher. Sie sind auch von einander abhängig; die Produktionspolitik beeinflußt die Möglichkeiten der Tarif- und Preisgestaltung; die Tarifpolitik ermöglicht durch ihre absatzfördernde Wirkung die Ausnutzung der Produktionsanlagen. Zugleich kann damit den vordringlichen Erfordernissen der industriellen Standortspolitik, der Siedlung und der Rohstoffwirtschaft sowie der Sozialpolitik stärker als bisher nach übergeordneten Gesichtspunkten Rechnung getragen werden.

Das Gesetz sucht diese Aufgaben im einzelnen in folgender Weise zu lösen:

Die Energieversorgungsunternehmen werden verpflichtet, dem Reichswirtschaftsminister vor der Stillegung, dem Bau, der Erneuerung oder Erweiterung von Energieanlagen Anzeige zu erstatten (§ 4). Der Reichswirtschaftsminister wird ermächtigt, den Unternehmen derartige Maßnahmen zu untersagen. Im Interesse der Betroffenen wird der Entscheidung des Reichswirtschaftsministers ein Untersagungsverfahren vorgeschaltet. Das Untersagungsrecht wird nur für solche Elektrizitäts- und Gasversorgungsunternehmen geschaffen, die andere versorgen. Auch ist vorgesehen, daß der Kreis der anzeigepflichtigen Vorgänge im Wege der Durchführungsverordnung auf den für Wirtschaft wie Verwaltung unerläßlichen Umfang beschränkt wird.

Die Eigenanlagen werden der Anzeigepflicht und dem Untersagungsrecht nicht allgemein unterstellt, um Gewerbe und Industrie in ihrer eigenen Betriebsführung die volle Selbstverantwortung zu belassen und entbehrlich erscheinende Hemmungen zu vermeiden. Jedoch wird den Unternehmern solcher Eigenanlagen die Verpflichtung auferlegt, vor Errichtung oder Erweiterung der Eigenanlage dem öffentlichen Versorgungsunternehmen Mitteilung zu machen (§ 5). Das Versorgungsunternehmen soll also jeweils Gelegenheit bekommen, in Verhandlungen einzutreten und zu prüfen, ob es den Unternehmer günstiger beliefern kann, als dessen eigene Anlage zu erzeugen imstande wäre, damit auch hier Kapitalfehlleitungen möglichst vermieden werden. Diesem Vorverhandlungsrecht wird die allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht des Energieversorgungsunternehmens gegenübergestellt (§ 6). Verbraucher, welche die Verpflichtung zur Mitteilung an das öffentliche Versorgungsunternehmen vor Aufstellung von Eigenanlagen nicht erfüllen, verlieren hierdurch den Rechtsanspruch auf Versorgung durch das Energieversorgungsunternehmen. In engem Zusammenhang mit der allgemeinen Anschluß- und Versorgungspflicht stehen auch die Bestimmungen über die Frage der Reserve- und Zusatzstromlieferung.

Der Gesetzgeber kann sich aber nicht damit begnügen, die allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht nur formal festzusetzen. Er muß vielmehr auch materiell auf die Versorgungsbedingungen Einfluß nehmen können, um dafür Sorge zu tragen, daß der Gedanke der Versorgungspflicht durch abnehmerorientierte Fassung der Bedingungen auch verwirklicht wird. Diejenigen Abnehmergruppen, die auf die allgemeinen Versorgungsbedingungen angewiesen sind, stehen zum weitaus größten Teil einem Versorgungsmonopol gegenüber. Sie sind vor Mißbrauch der wirtschaftlichen Machtstellung des Unternehmens zu schützen. Auch kommt dem inneren Aufbau der Versorgungsbedingungen hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. Die Erfahrungen der Praxis haben gezeigt, daß auf diesem Gebiet noch erhebliche Mängel bestehen. Daher muß dem Reichswirtschaftsminister eine Eingriffsmöglichkeit gegeben werden (§ 7). Zu dem Gebiet der Einflußnahme auf die Tarife gehört auch die Ermächtigung zum Erlaß von Vorschriften über Wegebenutzungsgebühren (§ 12).

Die Bestimmungen über die Tarifüberwachung sowie über die allgemeine Anschluß- und Versorgungspflicht wären unvollständig, wenn eine Einwirkungsmöglichkeit nicht auch für den Fall gegeben wäre, daß sich das einzelne Unternehmen, sei es aus eigener Schuld oder infolge besonderer Verhältnisse, außerstande zeigt, überhöhte Tarife abzubauen oder der Anschluß- und Versorgungspflicht zu genügen. Auch sonst kann es vorkommen, daß ein Unternehmen seine Versorgungsaufgaben nicht erfüllt, so z. B. die Sicherheit der Versorgung seines Gebietes vernachlässigt und sich gegen Vorhaltungen mit dem Hinweis auf mangelnde finanzielle Leistungsfähigkeit zu verteidigen sucht. Es entspricht der Wirtschaftsauffassung im neuen Staat, daß in solchen Fällen die Notwendigkeiten des Gemeinwohles den Interessen einzelner voranzustellen sind. Demgemäß sieht das Gesetz vor (§ 8), daß einem Energieversorgungsunternehmen, das sich außerstande zeigt, seine Versorgungsaufgaben zu erfüllen, vom Reichswirtschaftsminister der Betrieb untersagt werden kann. Um dann die Versorgung des Gebietes sicherzustellen, erhält der Reichswirtschaftsminister die Möglichkeit, ein geeignetes leistungsfähiges Unternehmen mit der Übernahme der Versorgungsaufgaben zu beauftragen und in die vorhandenen Anlagen einzuweisen. Von den Versorgungsunternehmen, die hierzu im-

stande sind, wird verlangt, daß sie sich einer Aufforderung des Reichswirtschaftsministers zur Übernahme der Versorgungsaufgaben nicht entziehen. Die hieraus gegebenenfalls folgende Enteignung von Energieanlagen hat gegen angemessene Entschädigung nach den Vorschriften des Enteignungsrechtes zu geschehen (§ 9). Zum Schutz des Besitzstandes der öffentlichen Hand dient die weitere Sonderbestimmung, daß die Entschädigung in einer Beteiligung an dem Unternehmen, zugunsten dessen die Enteignung erfolgt, zu gewähren ist, wenn sich das enteignete Unternehmen im Besitz von Reich, Ländern oder Gemeinden befindet.

Um einer mißbräuchlichen Anwendung der weitgehenden Vorschriften der §§ 8 und 9 vorzubeugen, ist vorgesehen, daß der Untersagung des Geschäftsbetriebes ein Untersagungsverfahren vorangeht. Die Vorschrift über die Untersagung des Geschäftsbetriebes kann weiterhin in der Richtung von Nutzen sein, daß schlecht geleitete, mangelhafte Versorgungsunternehmen mit Rücksicht auf die Gefahr, die bei der Untersagung des Geschäftsbetriebes auch die Gläubiger trifft, in Zukunft mangels hinreichender Kreditwürdigkeit nicht mehr mit fremdem Geld ausgestattet werden dürften. Es ist selbstverständlich, daß der Reichswirtschaftsminister von seinem Recht erst dann Gebrauch machen wird, wenn alle anderen Möglichkeiten zur Besserung der Verhältnisse bei dem Unternehmen erschöpft sind. Es sei im übrigen darauf hingewiesen, daß diese Vorschrift eine Parallele in der englischen Elektrizitätsgesetzgebung findet, die vorsieht, daß Werke, deren Stromerzeugungskosten höher sind als die Stromverkaufspreise des öffentlichen Elektrizitätsamtes, geschlossen werden können. Auch Frankreich hat kürzlich eine ähnliche Gesetzbestimmung getroffen.

Zur Sicherstellung der Landesverteidigung wird dem Reichswirtschaftsminister schließlich noch ein allgemeines Recht gegeben, Vorschriften und Anordnungen über die Erhaltung vorhandener und die Errichtung zusätzlicher Energieanlagen zu erlassen (§ 13 Abs. 1). Weiter ist vorgesehen, daß Vorschriften und Anordnungen über die technische Beschaffenheit, Betriebssicherheit usw. erlassen werden können, womit sowohl auf den Schutz der Gefolgschaft als der Stromabnehmer und aller Bevölkerungskreise Bedacht genommen wird (§ 13 Abs. 2).

In einer Reihe weiterer Bestimmungen schafft das Gesetz eine weitgehende Auskunfts- und Offenlegungspflicht für die Energieversorgungsunternehmen (§§ 3, 4). Es knüpft ferner die Energieeinfuhr an die Genehmigung des Reichswirtschaftsministers (§ 10). Von der Regelung des Gesetzes abweichende landesrechtliche Vorschriften werden nach dem allgemeinen Rechtsgrundsatz, daß Reichsrecht Landesrecht bricht, insoweit aufgehoben, als sie im Widerspruch zu dem vorliegenden Gesetz stehen. Darüber hinaus wird der Reichswirtschaftsminister ermächtigt, Landesgesetze und landesrechtliche Vorschriften auf dem Gebiete der Energieversorgung zu ändern oder außer Kraft zu setzen, eine Bestimmung, die im Interesse der einheitlichen Führung der Energiewirtschaft unerläßlich ist (§ 19). Dem gleichen Zweck dient die Befugnis des Reichswirtschaftsministers, die zur Sicherstellung der Energieversorgung erforderlichen Rechte am Grundeigentum zu verleihen (§ 11). Darüber hinaus wird die gesamte Energieversorgung der Reichsaufsicht unterstellt (§ 1).

Die Bestimmung, daß der Reichswirtschaftsminister zur Vorbereitung der Entscheidungen und Anordnungen aus diesem Gesetz den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft mit Aufträgen versehen kann (§ 16), ist besonders hervorzuheben. Es gehört zu den Grundgedanken des Gesetzes, den Aufbau eines bürokratischen Verwaltungsapparates unbedingt zu vermeiden und die Handhabung so beweglich als möglich zu gestalten. Das Gesetz geht davon aus, daß die energiewirtschaftlichen Unternehmen in erster Linie selbst dazu berufen sind, die vorbezeichneten Aufgaben aus eigener Kraft zu lösen. Der Reichswirtschaftsminister will sich grundsätzlich darauf beschränken, nur da einzugreifen, wo die Wirtschaft selbst die gestellte Aufgabe nicht zu meistern vermag. Aus diesem Grunde ist ja auch die Stillegung und der Bau der Energieanlagen nicht genehmigungspflichtig gemacht worden, sondern es wird nur ein Untersagungsrecht vorbehalten.

Die Vorbereitung der erforderlichen Maßnahmen soll soweit als möglich von der Wirtschaft selbst getroffen werden. Bei der Festsetzung des Rechts zur Übertragung von Befugnissen aus dem Gesetz ist diesem Sinne gemäß in erster Linie daran gedacht, die Reichsgruppe Energiewirtschaft der Organisation der gewerblichen Wirtschaft als deren Selbstverwaltungskörper mit vorbereitenden Aufgaben zu betrauen und sie instandzusetzen, auch einen großen Teil der Einzelfälle des Gesetzes auf gütlichem Wege zu erledigen, so daß ein Einschreiten des Reichswirtschaftsministers entbehrlich wird. Die Regelung des Geschäftsganges unter diesen Gesichtspunkten wird in einer Durchführungsverordnung erfolgen. In der Verordnung ist zugleich zu bestimmen, welche Energieanlagen bis auf weiteres von der neugeschaffenen Aufsicht freigestellt werden.

Zu der verwaltungsmäßigen Behandlung ist noch folgendes zu bemerken:

In einzelnen Gesetzesbestimmungen ist ausdrücklich die Beteiligung anderer Minister vorgesehen; im übrigen ist es eine selbstverständliche Folgerung aus dem Aufbau der Ministerien, daß erforderlichenfalls mit den jeweils beteiligten Behörden bei der Ausführung des Gesetzes in Verbindung getreten wird.

Die Beteiligung des Reichsministers des Innern an den Angelegenheiten, die den Bereich der in der deutschen Gemeindeordnung neu geregelten Kommunalaufsicht berühren, ist ausdrücklich im Gesetz hervorgehoben, damit bei Gemeinden und Gemeindeverbänden Zweifel über die einheitliche Linie der Energiepolitik des Reiches von vornherein ausgeschlossen werden. Diese notwendige Zusammenarbeit auf der ganzen Linie der Wirtschaftspolitik läßt es im übrigen neben den vorerörterten Gesichtspunkten der Einspannung der vorhandenen Selbstverwaltung und der Einsparung neuer Verwaltungsstellen nicht zu, daß der von verschiedenen Seiten gegebenen Anregung, einen besonderen Generalinspektor für die Energiewirtschaft einzusetzen, entsprochen wird. Durch die Schaffung einer solchen Sonderbehörde würde die Einheitlichkeit und damit die durchgreifende Wirksamkeit der Energiewirtschaftspolitik abgeschwächt.

Durch den Aufbau des Gesetzes, das grundsätzlich von Verfahrens- und Einzelvorschriften absieht und den Reichswirtschaftsminister ermächtigt, die Durchführungsbestimmungen zu erlassen, wird die Notwendigkeit einer schrittweisen Anpassung an die jeweiligen Erfordernisse der Rechts- und Wirtschaftsentwicklung Rechnung getragen. Auch beschränkt sich das Gesetz auf das der Elektrizitäts- und Gaswirtschaft eigene Gebiet; auf den die Energiewirtschaft stark berührenden Gebieten der Wasserwirtschaft, Verkehrswirtschaft, des Wegerechts und des Enteignungsrechts wird künftig gesetzlichen Regelungen nicht vorgegriffen.

Für die öffentliche Energieversorgung aber schließt das Gesetz einen Entwicklungszeitraum ab, in dem die Erwartung einer gesetzlichen Neuregelung manche notwendigen Entschlüsse der Wirtschaft zu hemmen drohte.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]). — Die Statistik ergibt für den Oktober 1935 eine Zunahme der Erzeugung um 179,1 bzw. arbeitstäglich 1,9 Mill kWh (11 bzw. 3 %) gegen den Vormonat und um 196,5 bzw. 7,3 Mill kWh (12 %) gegenüber dem Oktober 1934. Der Verbrauch war im September insgesamt um 15 Mill kWh (2,4 %) geringer als im August, übertraf dessen Konsumziffer arbeitstäglich aber um 1,3 Mill kWh (5,5 %). Verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahrs stellte er sich um 66 bzw. je Arbeitstag um 2,6 Mill kWh (beidemal 12 %) höher. In den ersten drei Vierteljahren haben die 103 Werke nach Mitteilung des Statistischen Reichsamts 14 % mehr Strom an gewerbliche Verbraucher abgegeben als in der gleichen Zeit von 1934; der Anschlußwert ist dieser gegenüber um 4 % gewachsen. *fm.*

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1281; 56 (1935) H. 47, S. 1285.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
							insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
VII.[1])	1519,0	1307,3	56,3	50,3	611,7	536,0	22,7	20,6	4,42	4,21
VIII.	1586,8	1399,0	58,8	51,8	630,3	552,9	23,3	20,5	4,56	4,18
IX.	1602,9	1410,2	64,1	56,4	615,3	549,3	24,6	22,0	4,76	4,45
X.	1782,0	1585,5	66,0	58,7	.	579,8	.	21,5	.	4,36

[1]) Die Angaben für die ersten 6 Monate 1935 sind in ETZ 56 (1935) S. 1285 veröffentlicht.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im dritten Vierteljahr 1935. — Nachdem sich der Beschäftigungsgrad der deutschen Elektroindustrie seit Ende 1934 im allgemeinen auf gleichem Stande gehalten hatte, ist im dritten Vierteljahr 1935 eine erneute Steigerung eingetreten. Der bisherige Höchststand des Herbstes 1934 wurde somit erstmalig wieder überschritten. Gegenwärtig sind 73,9 % der verfügbaren Arbeiterplätze und 81,5 % der verfügbaren Angestelltenplätze besetzt. Damit werden insgesamt in der elektrotechnischen Industrie gegenwärtig rd. 277 000 Menschen beschäftigt.

Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie im dritten Vierteljahr 1935.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl d. geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität		Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935
1. V.-J.[2])	55,5	67,9	62,5	75,6	49,3	63,4	7,08	7,47
2. V.-J.[3])	60,3	69,4	66,6	78,6	54,9	64,4	7,29	7,39
VII	65,0	72,2	69,4	80,6	58,6	66,2	7,20	7,30
VIII	67,8	74,2	70,5	81,6	61,7	69,2	7,28	7,43
IX	70,3	75,2	71,8	82,4	64,7	71,9	7,38	7,61
3. V.-J.	**67,7**	**73,9**	**70,6**	**81,5**	**61,7**	**69,1**	**7,29**	**7,45**
Jan./Sep.	61,2	70,4	66,6	78,6	55,3	65,6	7,22	7,44

[1]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamts.
[2]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 24, S. 688.
[3]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 37, S. 1034.

Herstellung und Absatz elektrischer Glühlampen in Deutschland. — Als Ergebnis der zu Steuerzwecken durchgeführten Ermittlungen veröffentlicht „Wirtschaft und Statistik" 1935, Nr. 21 Angaben über Herstellung und Absatz von steuerpflichtigen Leuchtmitteln. Elektrische Leuchtmittel wurden von folgenden Betrieben hergestellt:

Art der Leuchtmittel	Zahl der Betriebe		
	1932/33	1933/34	1934/35
Nur Glühlampen (u. Nernstbrenner)	20	22	29
„ Leuchtröhren	35	40	39
„ Quecksilberdampflampen (u. ähnliche Lampen)	3	3	3
„ Brennstifte	3	3	3
Zusammen	61	68	74

Mit Ausnahme der Brennstifte (Ausfuhrschrumpfung) ist die Herstellung während der beiden letzten Jahre in sämtlichen Gruppen gestiegen (Zahlentafel 1). Für Glühlampen allein ist 1934/35 gegenüber dem Vorjahr eine Erzeugungssteigerung um 22 % zu verzeichnen. Hier äußert sich die starke Belebung der Bautätigkeit, die Erneuerung und Ergänzung von Fabrikanlagen sowie die verschiedenen Instandsetzungsarbeiten und die Wohnungsteilungen. Der vermehrte Glühlampenbedarf wurde ausschließlich durch die Inlandsfabriken gedeckt (Zahlentafel 2). Gleichlaufend zu der Belebung des Binnenmarktes konnte die deutsche Glühlampenindustrie eine leichte Ausfuhrbesserung erzielen, so daß im Rechnungsjahr 1934/35 12,4 Mill Glühlampen unversteuert ausgeführt wurden gegenüber 11,5 Mill i. V.

Zahlentafel 1. Herstellung steuerpflichtiger elektrischer Leuchtmittel.

Art der Leuchtmittel	Einheit	Rechnungsjahr		
		1932/33	1933/34	1934/35
Metallfadenglühlampen[1]) und Nernstbrenner	1000 Stck.	61 367	67 478	82 368
Leuchtröhren [2])	Stck.	25 747	24 096	34 389
	m	6 010	9 657	9 758
Quecksilberdampflampen [3])	Stck.	189	7 189	9 932
Brennstifte zu elektr. Bogenlampen	dz	7 322	6 543	5 514

Zahlentafel 2. Verbrauch[4]) steuerpflichtiger elektrischer Leuchtmittel.

Art und Herkunft der Leuchtmittel		Einheit	Rechnungsjahr		
			1932/33	1933/34	1934/35
Metallfadenglühlampen[1]) u. Nernstbrenner	inl.	1000	47 939	55 589	68 419
	ausl.		6 516	7 281	7 090
	zus.	Stck.	54 455	62 870	75 509
Leuchtröhren [2])	inl.		19 641	20 124	29 380
	ausl.	Stck.	4 727	2 191	2 165
	zus.		24 368	22 315	31 545
Quecksilberdampflampen [3])	inl.		218	3 776	4 484
	ausl.	Stck.	27	106	19
	zus.		245	3 882	4 503
Brennstifte zu elektr. Bogenlampen	inl.		1 672	1 716	2 064
	ausl.	dz	86	63	81
	zus.		1 758	1 779	2 145

[1]) Kohlenfadenlampen und Metallfadenlampen für Spannungen unter 20 V und Energieverbrauch unter 15 Watt sind steuerfrei.
[2]) Neon- und Argon-Leuchtröhren.
[3]) Einschl. Moorelichtanlagen und ab 1933/34 auch Natriumdampflampen.
[4]) = versteuerte Menge, die jedoch annähernd dem deutschen Verbrauch entspricht.

Verbreitung von Elektrowärmegeräten und el. Haushaltkühlschränken in Frankreich*). — Die Société pour le Développement des Applications de l'Electricité (AP EL) und die Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage führen seit einigen Jahren Erhebungen durch über die Verbreitung von Elektrowärmegeräten und elektrischen Kühlanlagen in Frankreich und Nordafrika. Die Erhebungen erstrecken sich seit 1934 auf 210 Gesellschaften der Elektrizitätsversorgung, während in früheren Jahren nur 180 Unternehmungen an der Umfrage beteiligt waren. Die Vergleichbarkeit mit den Vorjahren ist jedoch dadurch gewahrt, daß bei den bisher nicht beteiligten Elektrizitätsgesellschaften auch keine Neuanschlüsse zu verzeichnen waren. Wenngleich die hier genannten Zahlen nicht alle in Frankreich vorhandenen Geräte umfassen, zumal verschiedentlich ohne Wissen der Elektrizitätswerke Neuanschlüsse vorgenommen werden, so geben sie doch ein zuverlässiges Bild über die Zunahme der Elektrizitätsanwendung im Haushalt. So hatte sich beispielsweise die Zahl der el. Haushaltherde (Zahlentafel 1) Ende 1934 gegen das Vorjahr mehr als verdoppelt, und auch bei den el. Großküchen (Zahlentafel 2) in gewerblichen Unternehmungen wurden weitere Fortschritte erzielt, wobei die Kasinobetriebe die stärkste Zunahme zu verzeichnen haben. Geringer ist der Zuwachs an el. Backöfen (Zahlentafel 3), da hier der Übergang zur Elektrizität meist nur bei sowieso notwendigen Neueinrichtungen vorgenommen wird. Über die Verbreitung der Heißwasserspeicher und el. Haushaltkühlschränke gibt Zahlentafel 4 Aufschluß. Dabei ist begreiflicherweise mehr als die Hälfte aller Heißwasserspeicher in der Provinz in Gebrauch.

Zahlentafel 1. Elektrische Haushaltküchen.

Art der Geräte	Anzahl[1])			Anschlußwert in kW
	1932	1933	1934	1934
Backöfen	5 048	6 981	10 588	11 090
Kochplatten	18 118	28 475	43 655	84 923
Selbstkocher	4 875	5 749	6 207	7 415
Herde	3 168	8 861	21 234	92 053
Zusammen	31 209	50 066	81 684	195 481

Zahlentafel 2. Elektrische Küchen in gewerblichen Unternehmen.

Küchen in	Anzahl			Anschlußwert in kW	
	1932	1933	1934	1933	1934
Gaststätten	54	129	272	5 335	6 712
Kasinobetrieben	29	41	78	2 832	4 348
Heilstätten	12	23	35	4 364	4 999
Fleischereien und Bäckereien	—	23	45	344	744
Zusammen	95	216	430	12 875	16 803

Zahlentafel 3. Elektrische Backöfen.

Backöfen in	Anzahl[2])		
	1932	1933	1934
Fleischereien	591	742	857
Bäckereien	390	430	355
Gaststätten (u. Hotels)	177	194	256
Konditoreien	12	12	51
Zusammen	1170	1378	1519

Zahlentafel 4. Haushaltkühlschränke und Heißwasserspeicher.

	Anzahl		
	1932	1933	1934
Haushaltkühlschränke[3])	11 276	16 992	23 800[4])
Heißwasserspeicher	20 573	29 667	36 903[5])

*) Einschl. der französischen Besitzungen in Nordafrika.
[1]) Außerdem 1934: 141 Häuser mit 3896 elektrischen Küchen, deren Anschlußwert 11 883 kW beträgt.
[2]) Anschlußwert insgesamt 1933: 10 380 kW u. 1934: 11 563 kW.
[3]) Anschlußwert 1933: 4285 kW, 1934: 7000 kW.
[4]) Außerdem 1934: 202 Häuser mit 1786 Kühlschränken, deren Anschlußwert 349 kW beträgt.
[5]) Außerdem 1934: 574 Häuser mit 7696 Apparaten.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

ETZ-Einbanddecken 1935.

Für den Jahrgang 1935 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V.

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 und 8886.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Einladung

zum Gesellschaftsabend des VDE Gau Berlin-Brandenburg im Marmorsaal (mit Nebenräumen) des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 17. 1. 1936.

19.30 Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung.
20.00 Uhr: Gemeinsames Abendessen (an kleinen Tischen). Anschließend Tanz. Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis für Eintritt und Teilnahme am Abendessen (ohne Getränk) beträgt 3,50 RM.

Gäste, die nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen wollen, können das Fest ab 21.30 Uhr zum Eintrittsgeld von 1 RM besuchen.

Die Karten sind nur in der Geschäftstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, erhältlich. Sie werden den Teilnehmern auch bei Voreinsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein e. V., Berlin Nr. 133 02 (aus postalischen Gründen z. Z. noch die alte Bezeichnung) durch die Post zugestellt.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen.

VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V.
Matthias.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27, Fernr.: D 4 0011, App. 159

6. 1. 36 „Der Drehstromkollektormotor" (Vortragender: Zapf)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Berlin-Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernr.: D 2 0011, App. 136

7. 1. 36 „Isolierstoffe in der Installationstechnik" (Vortragender: Ing. Roos)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. Boekels, Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernr.: F 8 0014, App. 184

8. 1. 36 „Fehlermessungen an Kabeln"

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding, Berlin-Friedrichshagen, Bruno-Wille-Str. 51, Fernr.: E 9 8501, App. 86

9. 1. 36 „Fragen aus dem Antennenbau" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kleinsteuber)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernr.: C 1 0011, App. 128

10. 1. 36 „Neuere Relais und Schutzschaltungen in elektrischen Netzen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Schultheiss VDE)

Bekanntmachung.

Der VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V. wird in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule eine Vortragsreihe veranstalten über das Thema:

„Neues über Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen."

Vortragsfolge:

1. Vortrag
13. 1. 1936 „Grundbegriffe und Gesetze der Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen." Dr. M. Czerny, Professor a. d. Universität Berlin.

2. Vortrag
20. 1. 1936 „Wahrscheinlichkeit in der Fertigungsüberwachung." Obering. K. Franz, Siemensstadt.

3. u. 4. Vortrag
27. 1. u. 3. 2. 1936 „Beobachtungen, Vorschriften und Theorie der Schwankungen im Fernsprechverkehr." Dr.-Ing. Lubberger, Prof. a. d. T. H. Berlin.

5. Vortrag
10. 2. 1936 „Verborgene periodische Erscheinungen." Dr. J. Bartels, Professor a. d. Forstlichen Hochschule Eberswalde.

6. u. 7. Vortrag
17. u. 24. 2. 1936 „Das Auftreten von Wahrscheinlichkeitsgesetzen und Schwankungserscheinungen in der Physik." Dr. R. Becker, Professor a. d. T. H. Berlin.

Zeit: Montag, abends pünktlich 18 h 30 m bis 20 Uhr.

Ort: Technische Hochschule Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) beim VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II; Postscheckkonto (aus postalischen Gründen z. Z. noch alte Bezeichnung): Berlin 133 02, Elektrotechnischer Verein e. V.;

b) in der Technischen Hochschule, Zimmer 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für VDE-Mitglieder . . . . 8,— RM
b) für deutsche Studenten . . . . 4,— „
c) für andere Teilnehmer . . . . 12,— „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

VDE

Betr.: Installations-Selbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamts 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installationsselbstschalter den seit dem 1. 7. 1930 geltenden Leit-

sätzen des VDE für Installationsselbstschalter (VDE 0640/1930):

Sockel-IS-Schalter der Firma AEG, Fabriken Annaberg, für 6 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, für rückseitigen Bolzenanschluß oder vorderseitigen Klemmenanschluß (letzterer durch plombierbare Kappe zu verschließen), mit Wärme-, hiervon unabhängiger elektromagnetischer und Frei-Auslöseeinrichtung, Sockel aus keramischem Baustoff, Kappe aus Preßstoff, Betätigung durch Druckknöpfe.

Prüfzeit: November 1935.

Für Installationsselbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Installationsselbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, können aber ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Geräte, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

Gau-Veranstaltungen.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 7. 1. (Di), 20 h, T. H.: „Elektrochemie im Rahmen der Elektrotechnik". Prof. Dr. G. Masing.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg. 6. 1. (Mo), 20 h, 1. Phys. Inst.: „Neue Anschauungen über Kontakte". Dr.-Ing. L. Schmitz VDE.

VDE, Gau Südbayern, München. 8. 1. (Mi), 20 h, T. H.: „Die elektrische Gasentladung und ihre Anwendung in der Technik" (m. Vorführ.). Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 8. 1. (Mi), 20 h, Kunstgewerbeschule: „Ersatz ausländischer Betriebstoffe durch einheimische, insbesondere für Akkumulatoren-Fahrzeuge." Baurat Dipl.-Ing. W. Wegener VDE.

Aus dem Gau Oberschlesien.

Über „Die Eigenschaften, die Bearbeitung sowie Verwendung von Reinaluminium und seinen Legierungen" sprach am 23. 9. 1935 Herr Obering. Wunder. Ausgehend von den Urstoffen des Aluminiums, seiner Gewinnung und Herstellung, schilderte der Vortragende an zahlreichen Lichtbildern die Eigenschaften und Verwendung des Aluminiums in der Technik. Dabei ging er ausführlich auf die einzelnen Aluminiumlegierungen ein, wie sie sich unter den verschiedenen Namen auf dem Markt befinden. Des weiteren wurden die spanlose Formung, die lösbaren und nichtlösbaren Verbindungen, die Oberflächenbehandlung und die Oberflächenveredelungsverfahren geschildert.

Aus dem Gau Nordbayern.

Am 11. 10. 1935 hielt Herr Prof. Dr. Karl Stöckl vor dem Gau Nordbayern einen Vortrag, über „Elektrotechnische Betrachtungen der Sonnenstrahlung und der Vorgänge auf der Sonne". Die neuzeitliche Atomphysik lehrt, daß in hocherhitzten Körpern die Atome und Moleküle weitgehend ionisiert sind. Die Sonne und die Fixsterne mit ihren hohen Temperaturen haben also beträchtliche freie Elektrizitätsmengen, die den Ablauf von verschiedenen elektrischen und magnetischen Erscheinungen bedingen. Ein besonders lehrreiches Beispiel hierfür sind die Sonnenflecken. Mit den großen Hilfsmitteln des Sonnenobservatoriums auf dem Mount Wilson hat Hale durch genaue Untersuchung der Veränderungen, die die Frauenhoferschen Linien in der Nähe von Sonnenflecken erfahren, Magnetfelder nachgewiesen und ihre Stärke zu mehreren tausend Gauß gemessen. Er konnte auch feststellen, daß in den meisten Fällen zwei benachbarte Flecken entgegengesetzte Polarität zeigen. Zur Zeit des Minimums der Sonnenflecken (also ungefähr alle 11 Jahre) wechselt die Polarität der Wirbel einer Gruppe.

Aus dem Gau Kurpfalz.

Am 25. 10. 1935 hielt Herr Dipl.-Ing. Fricke vor dem Gau einen Vortrag über „Einphasenlast in Drehstromnetzen".

Bei einphasiger Belastung zwischen zwei Außenleitern tritt nur ein gegenlaufendes System auf. Dieses gegenlaufende System ist die Ursache für Rückwirkungen, die sich in den Dämpferwicklungen der Generatoren und in den geschlossenen Rotorwicklungen der Drehstrommotoren zeigen. Bei unzureichenden Dämpferwicklungen der Generatoren können Verzerrungen der Spannungsform auftreten. Die Beseitigung des gegenlaufenden Systems in der Spannung erfolgt durch Kurzschließen dieser zusätzlichen Spannung, ohne daß hierbei das mitlaufende System beeinträchtigt wird, in einer guten Dämpferwicklung. Über Versuche mit Einphasenlast im 100 kV-Netz des Badenwerkes wurde berichtet; zwischen den Außenleitern des Drehstromsystemes wurden Einphasenlasten bis zu 15 250 kW ohne Nachteile erreicht. Bei Einphasenlast zwischen einem Außenleiter und dem Nulleiter genügt schon eine verhältnismäßig kleine Last, um die in den Normen gesetzten Grenzen zu überschreiten, und eine Nullpunktsverschiebung von 5 % wird sehr schnell erreicht. Abhilfe bildet auch hier der Kurzschluß der im Nullpunkt auftretenden zusätzlichen Spannung.

Aus dem Gau Niederschlesien.

Obering. Otten sprach am 5. 11. 1935 vor dem Gau über „Aluminiumkabel, deren Verwendung und Verlegung unter besonderer Berücksichtigung der Herstellung ihrer Verbindungsstellen". Die Leitfähigkeit für das für Kabel verwendete mittelharte Aluminium beträgt im verseilten Zustande etwa 34,5. Das Leitfähigkeitsverhältnis von Kupfer zu Aluminium ist also 56 : 34,5, das ist 1,63. Um also auf die gleiche Leitfähigkeit eines Kupferkabels zu kommen, muß man den Kupferkabelquerschnitt mit 1,63 multiplizieren. Um dagegen auf die gleiche Belastungsmöglichkeit zu kommen, genügt ein Umrechnungsfaktor von nur 1,45, weil durch die größere Oberfläche des Aluminiums eine bessere Abkühlung erzielt wird. Der Berechnung von Al-Kabeln sind die folgenden elektrischen Werte zugrunde zu legen: Leitfähigkeit 34,5, spezif. Widerstand 0,029, Temperaturkoeffizient 0,004. Die Werte für die Belastung sind VDE 0255/1934 (V. S. K.) zu entnehmen und betragen 80 % der darin angegebenen Werte für Kupferkabel. Alle Werte, die nur von den Abmessungen abhängen, wie Induktivität, Kapazität, Durchschlagfestigkeit und dielektrische Verluste bei Al-Kabeln sind praktisch gleich denen der querschnittgleichen Kupferkabel. Die mechanischen Eigenschaften des Al-Kabels kommen denen des Kupferkabels nahe. Für die Verlegung gelten also auch die gleichen Regeln. Durch die ungünstige Lage des Aluminiums in der elektrischen Spannungsreihe kann bei Verbindung mit einem anderen Metall bei Zutritt von Feuchtigkeit Elementbildung eintreten, wodurch das Aluminium zerstört wird. Deshalb muß man die Übergangsstelle vom Aluminium zu einem anderen Metall vor Feuchtigkeitszutritt schützen. Die normalen für Kupferkabel gebräuchlichen Kabelgarnituren wie Muffen und Endverschlüsse lassen sich ohne weiteres verwenden, da hierin die Verbindungsstellen, bei denen das Aluminium eventuell mit einem anderen Metall in Berührung kommt, unter Feuchtigkeitsabschluß liegen. Um bei Anschluß eines Al-Kabels an eine Kupfersammelschiene oder Messingklemme keine elektrolytische Korrosion zu bekommen, sollte man auf dem Al-Leiter einen Kupferkabelschuh auflöten und die Übergangsstelle zwischen Leiter und Kabelschuh durch eine feuchtigkeitsdichte Bandage schützen. Der Anschluß einer Al-Freileitung an einen Freiluftendverschluß mit Messing oder Kupferanschlußbolzen muß durch Al-Cu-Klemmen erfolgen.

Die Verbindung der Kabelleiter kann durch Lötung oder Schweißung erfolgen[1]). Eine normale Lötung ist nicht möglich, da die Oxydhaut auf dem Aluminium, die sich auch nach dem Entfernen sofort wieder bildet, eine Bindung mit dem Lot verhindert. Es müssen deshalb so-

[1]) Siehe S. 5 dieses Heftes.

genannte Reibelote verwendet werden, mit denen jeder einzelne Draht des Leiters metallisiert werden muß. Die Reibelote müssen, wie der Name schon sagt, während der Erwärmung mittels Lötlampe aufgerieben werden, wobei die Oxydhaut zerrieben wird und eine Bindung des Aluminiums mit dem Lot eintritt. Sind die Einzeldrähte so metallisiert, so kann die weitere Lötung in der bei Kupferkabeln üblichen Weise erfolgen. Während die Lötung sich von jedem Kabelmonteur nach kurzer Unterweisung oder auch nach Montagevorschrift ausführen läßt, ist für die Schweißung unbedingt eine gründliche Sonderausbildung notwendig. Die Schweißung muß sehr schnell ausgeführt werden (Sonderbrenner, Schweißzeit 1 bis 2 min), damit durch die zugeführte Wärme nicht die Isolation beschädigt wird (Kühlbacken). Sehr vorteilhaft ist das Gießverfahren, bei dem die Leiter durch flüssiges Aluminium unter Anwendung einer Form zusammengegossen werden. Klemmverbindungen sollten nur für Abzweige von ungeschnittenen Leitern angewendet werden, z. B. in Hausanschlußmuffen. Hierfür sind aber besonders ausgebildete Tatzenklemmen notwendig, die einen hohen Kontaktdruck gewährleisten und bei denen die spezifische Stromdichte gering ist. Mit Klemmverbindungen bei Kabeln darf nicht mehr Strom abgenommen werden als die oberste Drahtlage führen kann (für Freileitungen gelten andere Regeln). Wenn die Verbindungsstellen bei Al-Kabeln richtig hergestellt sind und durch richtige Montage elektrolytische Korrosion verhindert wird, ist ein Al-Kabel dem Kupferkabel gleichwertig.

Aus dem Gau Ruhr-Lippe.

Über „Betriebsverhalten von Kondensatoren in Starkstromnetzen" sprach Dipl.-Ing. Moser vor der Mitgliederversammlung des Gaues am 13. 11. 1935. Die Verbreitung des Kondensators zur Verbesserung des Leistungsfaktors ist hauptsächlich gefördert worden durch seine sehr geringen Verluste und den Wegfall jeder Bedienung und jeder Wartung. Der Kondensator wird aus Wickeln zusammengebaut, die aus Metallfolie und Papier hergestellt werden[1]). Der Kondensator kann am billigsten für die Spannungen von 500 bis 6000 V erstellt werden, und zwar gewöhnlich in Einheiten von 10 bis 400 kVA. Für größere Leistungen werden aus den Einheiten Batterien zusammengestellt[2]). Das Zu- und Abschalten der Einheiten oder Gruppen derselben je nach dem Bedarf an Blindstrom kann selbsttätig erfolgen. Hierbei ist nur eine stufenweise Regelung möglich, während die synchronen Phasenschieber den Leistungsfaktor vor- und nacheilend stufenlos regeln können. Bei Einzelkompensierung der Motoren wird der Kondensator für den Leerlauf bemessen, dann beträgt bei Vollast der Leistungsfaktor etwa 0,9. Eine höhere Kompensierung ist unwirtschaftlich. In dem Spannungsbereich zwischen 500 und 6000 V und bei einer Phasenverbesserung bis zu $\cos\varphi = 0{,}9$ arbeiten die Kondensatoren in den meisten Fällen wirtschaftlicher als die übrigen Phasenregler.

Aus dem Gau Nordsachsen.

Am 19. 11. 1935 hielt Dr.-Ing. V. Aigner vor dem VDE Gau Nordsachsen einen Vortrag über „Die Symmetrierung unsymmetrisch belasteter Drehstromnetze durch ruhende Ausgleichkreise". In neuerer Zeit wird häufiger die Frage des Anschlusses größerer Einphasenlasten an die Drehstrom-Landesversorgung erwogen und damit die Frage nach der Auswirkung der unsymmetrischen Belastung auf die Stromquellen einerseits und die Stromabnehmer anderseits gestellt. Zur Herbeiführung einer symmetrischen Belastung des Drehstromnetzes genügt es nicht, Umspannerschaltungen zu verwenden, die trotz einphasiger Belastung in allen drei Leitern des Drehstromnetzes gleiche Ströme bedingen, es läßt sich vielmehr zeigen, daß die Unsymmetrie der Ströme auf der Drehstromseite von der Umspannerschaltung völlig unabhängig ist. Die Symmetrierung läßt sich vielmehr nur durch die Verwendung von Energiespeichern erreichen, die entweder in Form umlaufender Maschinen oder elektrischer bzw. magnetischer Speicher, d. h. Kapazitäten bzw. Induktivitäten, auftreten.

Wird die einen Ausgleichblindwiderstand speisende Spannung in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor der Einphasenlast in geeigneter Weise hinsichtlich ihrer vektoriellen Lage geregelt, so gelingt es, vollständige Symmetrie im Drehstromnetz mit dem Geringstwert an Ausgleichblindleistung zu erreichen, der der Scheinleistung der Einphasenlast entspricht. Im praktischen Betrieb kommt es aber weniger auf eine vollständige Symmetrie als vielmehr auf die Gewährleistung an, daß eine vereinbarte Abweichung von der vollständigen Symmetrie, die durch die Abweichung der Phasenströme voneinander oder durch einen nicht symmetrierten Lastanteil ausgedrückt werden kann, nicht überschritten wird. Unter solchen Voraussetzungen genügt eine stufenweise Einstellung der Ausgleichkreise, die naturgemäß eine um so bessere Annäherung an die vollständige Symmetrie ergibt, je größer die Stufenzahl ist. Die Symmetrie eines Drehstromnetzes läßt sich einerseits dadurch erreichen, daß die im Netz verteilten, an verschiedene verkettete Spannungen angeschlossenen einphasigen Belastungen je für sich symmetriert werden, wobei insgesamt günstigstenfalls eine Ausgleichblindleistung erforderlich ist, die zahlenmäßig der Summe der Einphasenscheinleistungen entspricht. Da die verschiedenen Einphasenbelastungen durch ihr Zusammenwirken zwar nicht an der Anschlußstelle der einzelnen Last, wohl aber an dem allen Einphasenlasten voraussetzungsgemäß gemeinsamen Speisepunkt einen teilweisen Ausgleich ergeben, reicht man anderseits bei einer Symmetrierung am Speisepunkt mit einem Bruchteil der bei Einzelsymmetrierung erforderlichen Ausgleichblindleistung aus. Die Größe und Regelung der erforderlichen Ausgleichblindleistung richtet sich nach dem am Speisepunkt gemessenen Gegensystem der aus den Einzellasten resultierenden Phasenströme.

Aus dem Gau Südbayern.

Im Verband Deutscher Elektrotechniker Gau Südbayern e. V. München sprach am 20. 11. 1935 Herr Dr. H. Roth VDE über „Neue elektrische Meßinstrumente und Meßverfahren". Der Vortragende behandelte dabei vorwiegend den Einfluß, den die Einführung neuer Werkstoffe auf die Entwicklung der elektrischen Meßgeräte und Meßverfahren ausgeübt hat. Zunächst hat sich das Äußere, besonders der tragbaren Geräte, durch die Verwendung von Preßstoffen vollkommen gewandelt, aber auch das Innere hat durch die Möglichkeit des Einpressens von Metallteilen einen gänzlich anderen Aufbau bekommen, so daß sich für die Herstellung, insbesondere für die Montage, neue Wege eröffneten. Die neuen Magnetstähle brachten Leistungssteigerung und durch die Möglichkeit, sie zu gießen, Vorteile für die Formgebung. Die Geräte mit Dauermagneten, wie Drehspulsysteme, Magnetinduktoren, konnten daher in ihrer Leistung gesteigert oder bei gleicher Leistung verkleinert und leichter gemacht werden. Die hohe Koerzitivkraft der hochlegierten Kobaltstähle ließ weiterhin zu, kurze Stäbchen dauerhaft, sogar quer, zu magnetisieren, was den Bau eines neuen Vibrationsgalvanometers mit einer um eine Zehnerpotenz gesteigerten Empfindlichkeit ermöglichte. Diese Empfindlichkeitssteigerung des Vibrationsgalvanometers als Nullinstrument, die wesentlich durch den Werkstoff bedingt ist, führte wiederum zum Bau einer neuen sehr einfachen tragbaren Einrichtung, zur Prüfung von Meßwandlern, wie sie zum Anschluß von Zählern und Meßgeräten gebraucht werden. Die Eisennickellegierungen brachten in der Reihe der Werkstoffe mit besonderen Permeabilitätseigenschaften große Umwälzungen, was sich besonders im Meßwandlerbau und bei der Herstellung von magnetischen Abschirmungen gegen Fremdfelder, z. B. bei Dreheiseninstrumente und Vibrationsgalvanometer, auswirkte; die kleine Koerzitivkraft dieser Legierungen brachte Fortschritte im Bau von Dreheiseninstrumenten und sogenannten eisengeschlossenen Instrumenten. Ein Federbaustoff mit besonderen elastischen Eigenschaften ermöglichte den Bau eines neuen Hochspannungsvoltmeters. Neue Bauelemente, wie Trockengleichrichter und Photoelemente, brachten neue Meßverfahren und führten dadurch zur Herstellung neuartiger Geräte.

[1]) Vgl. a. G. Nauk, ETZ 56 (1935) H. 13, S. 371, H. 19, S. 539.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 18, S. 501.

Aus dem Gau Danzig.

In der Versammlung am 25. 11. sprach Herr Dr. Vogel, Köln-Mülheim, über „Fortschritte der Höchstspannungskabeltechnik":

Die zunehmende Ausdehnung der elektrischen Energieversorgung, die sich in ihrem Hauptverteilungsnetz bisher auf Hochspannungsfreileitungen stützt, hat auch an die Kabeltechnik zunehmende Anforderungen dahingehend gestellt, in besonderen Fällen Freileitungen auch für die höchsten Spannungen sicher zu verkabeln. Wir kennen heute zwei Kabelsysteme, die bis 220 000 V technisch zuverlässig und wirtschaftlich tragbar sind. Der Grundgedanke dieser Erfindungen, des Ölkabels und des Druckkabels, läuft darauf hinaus, die Alterungserscheinungen des Isolierstoffes der Kabel, die vor allem durch Temperaturschwankungen verursacht werden, zu verhindern oder zu beseitigen, denn diese lockern infolge der Verschiedenheit der Ausdehnungskoeffizienten im Kabel die Isolation allmählich auf. Im Laufe der Jahre kann die Isolation dann den Glimmerscheinungen in den durch die Auflockerung entstandenen Hohlräumen zum Opfer fallen.

Beim Ölkabel[1]) wird die Hohlraumbildung dadurch beseitigt, daß das Kabel mit dünnflüssigem Isolieröl gefüllt wird, während an bestimmten Punkten der Kabelstrecke Behälter aufgestellt sind, die bei Temperaturschwankungen das überschüssige oder benötigte Öl aufnehmen oder hergeben.

Beim Druckkabel[2]) dient ein Stahlrohrsystem als Grundlage, in das das Hochspannungskabel eingezogen wird. Das Stahlrohr wird mit Stickstoff unter einem Druck von 15 at gefüllt, und dieser Stickstoffdruck verhindert jedwede Hohlraumbildung. Beide Kabel bringen durch erhebliche Verbesserung der Isolationsgüte große technische und wirtschaftliche Vorteile; nach beiden Systemen sind in verschiedenen Ländern bereits beachtliche Kabelanlagen ausgeführt. Ausführung und Verlegung des Druckkabels wurden in einem Film vorgeführt.

1) Vgl. ETZ 53 (1932) S. 87.
2) ETZ 53 (1932) S. 145, 169, 186.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

J. E. Noeggerath †. — Dr.-Ing. Jakob Emil Noeggerath, der aus einer alten Gelehrtenfamilie stammt, wurde in New York am 4. 10. 1877 geboren, besuchte das humanistische Gymnasium in Wiesbaden und studierte Elektrotechnik an der T. H. Hannover. Im Jahre 1901 ging er zur General Electric Co. in Schenectady und baute dort die erste Unipolarmaschine, die er schon als Student entworfen hatte. Er löste damit ein Problem, mit dem sich schon Faraday und Siemens beschäftigt hatten. Nach vierjähriger Tätigkeit machte er sich als Zivilingenieur selbständig und lebte von 1910 ab in Zürich und München. Der Weltkrieg bot ihm unter Ausnutzung seiner amerikanischen Beziehungen die Gelegenheit, im Auswärtigen Amt tätig zu sein. Nach dem Kriege wandte er sich mit seinem Studienfreunde Lawaczek der Elektrolyse unter Hochdruck zu. Auf diesem Gebiete hat er viel und erfolgreich geforscht, aber die technischen und wirtschaftlichen Probleme erforderten Anstrengungen, denen er allein nicht gewachsen war. Er verzehrte sich an ihnen, und am 27. 11. 1935 wurde er von langen Leiden erlöst.

Dr. Noeggerath war ein höchst gedankenreicher und vielseitiger Ingenieur, dessen Pläne wohl oft seiner Zeit vorausgeeilt sind. Mit Schwung und zäher Energie strebte er seinen Zielen zu; daß sie zu weit gesteckt waren, ist die Tragik seines Lebens gewesen. Seine Arbeit braucht deshalb nicht vergeblich gewesen zu sein, sondern kann künftig von Nutzen werden. F. Meineke.

R. Nowotny †. — Am 30. 11. 1935 nahm der Tod in Wien den Hofrat Ing. Robert Nowotny im Alter von 71 Jahren hinweg. Von Hause aus Chemiker, trat Nowotny vor über 40 Jahren in den Dienst der österreichischen Telegraphenverwaltung ein, und wir finden ihn zuletzt als Direktor des Chemischen Laboratoriums der Post. Ihm dankt Österreich besonders die neuzeitliche Ausgestaltung der Konservierung der Leitungsmasten. Durch sorgfältige Statistiken und Versuche wirkte Nowotny an der Ausgestaltung der Imprägnierverfahren mit; auch das jüngste Holzschutzverfahren von Bedeutung, das Osmoseverfahren, verdankt ihm wertvolle Anregungen. Als das alte Österreich zusammenbrach, übernahm Nowotny das schwere und undankbare Amt des Handelsministers, bis ihn endlich dauernde Kränklichkeit zwang, in den Ruhestand zu treten. Aber bis zum letzten Tage beschäftigten ihn wissenschaftliche Probleme, die Statistiken und ihre Auswertung und die Weiterentwicklung der Imprägnierung. Wer das große Glück hatte, mit ihm zusammen zu arbeiten, der weiß, was für ein unbedingt lauterer Charakter, ernster Forscher und aufrichtiger Freund der Verstorbene war.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Formeln genügen. Vorbereitung zur Gesellen- und Meisterprüfung im Elektrohandwerk. Von B. Gruber. 2. Aufl. Mit 395 Abb., XII u. 346 S. im Format 105 · 170 mm. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1935. Preis geb. 4,50 RM.

Wenn bei der Fülle des elektrotechnischen Fachschrifttums ein Buch in zweiter Auflage erscheint, so zeigt dies, daß in dem Buch der richtige Weg eingeschlagen wurde. Um mit der Entwicklung der Elektrotechnik Schritt zu halten, wurden gegenüber der ersten Auflage durch neue Kapitel wesentliche Erweiterungen eingefügt. Es werden behandelt:

Kondensatorenschaltungen und Elektrolytkondensatoren. Blindleistung, Wechselrichter, Dauerladung, Akkumulatoren mit alkalischem Elektrolyt, Walzenschalter. Die lichttechnische Einheiten-Ausführung von Beleuchtungsberechnungen, die Natriumdampflampe, die Quecksilber-Hochdruckdampflampe. Der Elektroherd, Schutz gegen Rundfunkstörungen (Entstörungsmaßnahmen). Die Zahl der bildlichen Darstellung wurde wesentlich vermehrt, desgleichen die Zahl der Rechenbeispiele.

Die Auszüge aus den VDE-Vorschriften wurden dem heutigen Stand angeglichen. Änderungen im Text geben dem Inhalt des Buches eine noch klarere Linie. Im Inhaltsverzeichnis wurde der Stoff für die Gesellenprüfung besonders gekennzeichnet. Dies wird allen, die sich zur Gesellenprüfung vorbereiten wollen, ein wertvoller Anhalt sein. Aloys Höchtl VDE.

Der praktische Elektro-Installateur. Handbuch f. d. Elektro-Installateur. Von P. Seeger † u. H. Lippold. (Illustr. Handwerker-Bibl. Bd. 10.) 3., erw. u. verb. Aufl. Mit 1 Taf.-Beil., 443 meist Originalabb., zahlr. Tab. u. Aufg. aus der Praxis, XII u. 372 S. in 4°. Verlag Ernst Heinrich Moritz (Inh. Franz Mittelbach), Stuttgart 1934. Preis geh. 13,50 RM, geb. 18 RM.

Das umfangreiche Lehrbuch bringt auf 370 Seiten mit mehr als 440 Abbildungen und 66 Tabellen einen erheblichen Teil des Wissensgebietes, das der praktische Elektro-Installateur beherrschen muß. Das Buch ist als Hilfsmittel für den praktischen Elektro-Installateur gedacht, dem es ein wirklicher Ratgeber sein soll. Nach kurzer Einleitung über die Grundlagen der praktischen Elektrotechnik wird ganz besonders eingehend die Beleuchtungstechnik und ihre praktische Anwendung sowie die Leitungsberechnung behandelt. Praktische Rechenbeispiele machen die theoretischen Darlegungen verständlich. In besonderen Kapiteln werden Meßinstrumente, Koch- und Heizapparate, Zähler, Apparate für besondere Beleuchtung, Sicherungen, Schutz der Motoren und Leitungen durch Selbstschalter, Isolationsmessungen und Fehlerbestimmungen besprochen. Ein Anhang bringt einen Hin-

weis auf die Elektromeisterkurse, welche die Vereinigte Technische Staatslehranstalt für Maschinen- und Bergmaschinenwesen in Köln zu dem Zwecke abhält, tüchtige, praktisch gut vorgebildete Elektro-Installateure so weit auszubilden, daß sie befähigt sind, ihr Gewerbe in einer den neuzeitlichen Anforderungen entsprechenden Weise selbständig auszuüben. Das vorliegende Buch scheint den Lehrinhalt dieser Kurse darzustellen. K. Krohne VDE.

A symposium on illumination. Herausg. v. C. J. Webber Grieveson, mit einem Vorwort von Lt.-Col. Kenelm Edgcumbe. Mit 109 Abb., XV und 229 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 13/6 s.

In dem 229 Seiten umfassenden Buch hat der Verfasser eine Folge von Vorträgen zusammengestellt, die von verschiedenen Fachleuten der englischen lichttechnischen Gesellschaft und des englischen nationalen Beleuchtungsausschusses im Jahre 1933 gehalten wurden. Die Vorträge umfassen Theorie und Praxis der gesamten Leucht- und Beleuchtungstechnik und sind für allgemeine Kreise bestimmt. Sie behandeln daher sowohl die Grundlagen der Lichttechnik als auch praktische Erfahrungen im Gebrauch der verschiedenen Lichtquellen. Neue theoretische Betrachtungen und auf Einzelheiten eingehende Berichte über die praktische Beleuchtungstechnik können von dem Buch nicht erwartet werden.

Die Vortragsfolge gibt aber einen brauchbaren Überblick über die wichtigsten Zweige der Lichttechnik, wenn auch in der Hauptsache nur auf englisches Material Bezug genommen ist. Der in der Praxis stehende Beleuchtungstechniker wird genauere Angaben vermissen.

Die — wie im Vorwort betont — kein geschlossenes Ganze darstellenden Vorträge behandeln im einzelnen folgende Gebiete:

Paterson: „Das Licht im Dienste der Menschheit"
Walsh: „Licht und Auge"
Jones: „Elektrische Lichtquellen und ihre Eigenschaften"
Smith: „Leuchtgaslampen und ihre Eigenschaften"
Walsh: „Tageslicht, farbiges Licht"
MacGregor-Morris: „Photometrie"
Wilson: „Die Lenkung und Verteilung des Lichtes"
Read: „Licht und Raumgestaltung"
Colquhoun: „Öffentliche Beleuchtung"
Weston: „Das Licht als Werkzeug und als Mittel zur Unfallverhütung". E. Summerer VDE.

Neuzeitliche Reiseempfänger. Von E. W. Stockhusen. Mit 60 Abb. u. 118 S. im Format A 5. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis geh. 2,40 RM.

Ein Teilgebiet des Rundfunks, das bisher vernachlässigt wurde, ist der Reiseempfänger. Der Verfasser hat sich seit Jahren mit diesem Stoff befaßt und setzt dem Leser aus dem Schatz seiner Erfahrungen drei Reisegeräte vor: Einen Taschenempfänger mit einer Doppelgitterröhre in rückgekoppelter Audionschaltung, der mit zwei Taschenlampenbatterien von je 4,5 V betrieben wird, 0,4 l Inhalt hat und 400 g wiegt. Die beiden anderen Geräte sind für Lautsprecher eingerichtet; der Dreiröhrenempfänger besitzt ein rückgekoppeltes Audion, eine Tonfrequenzverstärker- und eine Endröhre, alle für 2 V, einen Abstimmkreis, 8 l Rauminhalt, 6 kg Gewicht, davon die Batterien etwa die Hälfte. Die Leistungsfähigkeit kommt der des Volksempfängers gleich. Das Vierröhrengerät ist ähnlich aufgebaut, aber es besitzt noch eine Hochfrequenz-Vorröhre und zwei Abstimmkreise, die die Empfindlichkeit und Trennschärfe merklich erhöhen. Gewicht und Raumbedarf sind nur wenig größer.

Sehr wertvoll sind die Hinweise, wie man das Gerät für den Gebrauch zu Hause mit Netzanode betreiben oder gleich als Allstromempfänger bauen kann, wie man einen Kurzwellenteil einbaut usw. Für alles werden gute und ausführliche Bauanweisungen gegeben, so daß das schmucke Werkchen eine wertvolle Bereicherung jeder Funkbücherei darstellt. K. Mühlbrett.

Rundfunk! Wer lernt mit? Von G. Büscher. (Telefunken-Buchreihe Bd. 2.) Mit 220 Abb. u. 79 S. im Format A 5. Union Deutsche Verlagsgesellschaft Berlin 1935. Preis kart. 1,40 RM.

Im Vorwort heißt es: „Dies ist keine wissenschaftliche Abhandlung, dies ist kein technisches Lehrbuch. Der Verfasser will nur die Tore vor der Wunderwelt der Rundfunktechnik ein klein wenig öffnen." Das ist ihm mit Hilfe teils lustiger und teils lehrreicher Bilder und Vergleiche ausgezeichnet gelungen. Es ist sehr zu begrüßen, daß auf diese unterhaltsame Weise kindlichen Gemütern kleiner und großer Leute die immerhin schwierige Funktechnik spielend näher gebracht wird. Der Fachmann hat seine Freude daran, zu sehen, daß man die trockene Technik auch ohne Formeln, Kurven und Tabellen darstellen kann. K. Mühlbrett.

Funktechnische Schaltungssammlung. Die Schaltungen der deutschen Rundfunkempfänger mit allen für die Prüfung und Instandsetzung notwendigen technischen Daten. Für die Verwendung in Funkwerkstatt, Prüffeld u. Laboratorium herausgegeben von E. Schwandt. Mit 150 doppelseitigen Schaltungskarten in Leinenmappe u. einem Textbogen. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis 22 RM.

Der Verfasser des „Funktechnischen Praktikums" ist mit der Herausgabe der „Funktechnischen Schaltungssammlung" einem großen Bedürfnis aller Funktechniker und jedem technisch am Empfangswesen Interessierten gerecht geworden. Der vorliegende Stammband dieser Sammlung umfaßt 150 Schaltungen aller deutschen Erzeugnisse nach einheitlichen Gesichtspunkten bearbeitet und geordnet. Widerstände, Kondensatoren und Drosselspulen sind mit ihren elektrischen Daten bezeichnet. Angaben über die Wellenbereiche, die Lautstärke- und Klangfarbenregelung, die Zwischenfrequenz, die Röhren, Skalenlampen, Sicherungen usw., die Netzspannungen und den Leistungsverbrauch, vor allem aber eine ausführliche Tabelle aller an den Röhren liegenden Spannungen und der Ströme geben bei jedem einzelnen Empfänger ein klares Bild seiner Arbeitsweise und ermöglichen ein schnelles Auffinden von Fehlern.

Angaben über Trennschärfe, Empfindlichkeit und andere für eine Gütebeurteilung notwendigen Daten sind nicht gemacht. Zweimal jährlich wird die Sammlung durch 50 bis 75 Karten ergänzt, so daß die „Funktechnische Schaltungssammlung" zu einem wertvollen Archiv der deutschen Rundfunkempfänger werden wird. G. Müller VDE.

John I. Carty. Das Leben eines Pioniers. 50 Jahre Fernsprecher in den Vereinigten Staaten von Amerika im Frieden und im Krieg. Von F. L. Rhodes, übersetzt von C. A. Kruckow. Mit VIII u. 264 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Berlin 1935. Preis geb. 7 RM.

Staatssekretär Dr. Kruckow hat sich ein großes Verdienst dadurch erworben, daß er dieses wertvolle Buch durch seine ausgezeichnete Übersetzung dem allgemeinen deutschen Leserkreis zugänglich gemacht hat. Wenn irgend jemand, so kann Carty mit vollem Recht als Pionier in seinem Wirkungskreis bezeichnet werden. Nach beendetem Besuch der Lateinschule in seiner Heimatstadt Cambridge (Ma) begann er 1879 als Verkäufer in einem Laden für elektrische Artikel, trat aber noch im gleichen Jahr als Gehilfe in den Dienst der Bostoner Fernsprechgesellschaft, die in Cambridge eine kleine Fernsprechzentrale betrieb. Nun folgte ein schneller Aufstieg. 1884 war Carty schon zum Leiter der Fernsprechzentrale in Boston aufgerückt. Von da ging er 1889 zur Telephone Company in New York, bei der er bis zum Jahre 1907 als Ingenieur tätig war. In diese Zeit fallen seine bahnbrechenden Erfindungen auf dem Gebiet des Fernsprechwesens, die in einer großen Anzahl von Patenten ihren Niederschlag fanden. Wichtiger und umfassender als die Erfindertätigkeit waren die organisatorischen Leistungen Cartys, die er entfalten konnte, als er im Sommer 1907 zum Chefingenieur der American Telephone and Telegraph Company ernannt wurde. Der im Jahre 1909 entworfene Plan des großen amerikanischen Fernkabelnetzes war Cartys Werk. Ebenso die 1915 eröffnete große transkontinentale Fernsprechlinie von New York nach San Franzisko in einer Länge von mehr als 5000 km.

Wenn das Fernsprechwesen in den Vereinigten Staaten sich in der Folge zu einer Mustereinrichtung entwickelt hat, so ist das Verdienst daran hauptsächlich Carty zuzuschreiben. Während des Weltkrieges gehörte er dem Signalkorps der Vereinigten Staaten an und betätigte sich

vom Juli 1918 bis Mai 1919 im Stabe des Generals Russel auf dem europäischen Kriegsschauplatz. Nach dem Kriege setzte Carty noch zwölf Jahre seine erfolgreiche Tätigkeit bei der American Telephone and Telegraph Company, zuletzt als deren Vizepräsident, fort. In diese Jahre fällt u. a. die Vorbereitung und schließlich (Januar 1927) die Eröffnung des transatlantischen Funksprechverkehrs zwischen New York und London, an dessen Zustandekommen Carty führend beteiligt war. Diese erste Stammlinie des Weltfernsprechverkehrs bildete gewissermaßen die Krönung seiner Tätigkeit. 1930 trat Carty von seinem Posten zurück. Ende 1932 ist er gestorben.

Die Schilderung der beruflichen Laufbahn Cartys ist zugleich eine Darstellung der Entwicklung des Fernsprechwesens der Vereinigten Staaten, zwar nicht in systematischer Folge, sondern mehr episodenhaft, aber doch so, daß ein anschauliches Bild dieser Entwicklung entsteht. Dadurch erhält das Buch seine besondere Bedeutung für den deutschen Fachmann, der immer wieder zum Vergleich angeregt wird. Auch die Darstellung des allgemein Menschlichen von Cartys Persönlichkeit fesselt den Leser. Wir sehen, wie der von der Pike auf dienende Autodidakt und Selfmademan im wahrsten Sinne des Wortes von einer leidenschaftlichen Liebe zu den Wissenschaften erfüllt ist, und zwar nicht nur zu den angewandten Wissenschaften seines Faches, sondern zur reinen Wissenschaft als solcher, in der er die letzte Grundlage alles menschlichen Fortschrittes sieht. Deshalb hat er die wissenschaftliche Forschung nicht nur innerhalb seines Tätigkeitsbereiches, sondern überall mit seinem Ansehen und durch Zuwendung reicher Mittel unterstützt. Seine Förderung der Wissenschaften ist denn auch durch Verleihung zahlreicher Ehrengrade und sonstiger Auszeichnungen von Universitäten und anderen Forschungsinstituten usw. gewürdigt worden.

In der Beurteilung der Verdienste an der Entwicklung des Fernsprechwesens war Carty ganz einseitig auf den amerikanischen Standpunkt eingestellt. So, wenn er von Bell sagt: „Er war der erste, der das Grundgesetz entdeckte, die Sprache auf elektrischem Wege zu übertragen, und die Apparate entwarf, mit denen dieses Wunder zum erstenmal erfüllt wurde.“ Oder an anderer Stelle, wenn er seinen Stolz darin setzt, „daß die wissenschaftliche Seite der Telephonie ganz amerikanisch ist“. Ferner, wenn er in einem Vortrag erzählt, er habe vor Jahren es abgelehnt, einige der deutschen Wissenschaftler zu gewinnen, in der Überzeugung, daß der Verstand des „Yankee boy“, auf wissenschaftliche Probleme gelenkt, sicherlich die Deutschen übertreffen würde. Daß nicht Bell, sondern der Deutsche Philipp Reis, auf dessen Schultern Bell stand, den Fernsprecher erfunden hat (vgl. Feyerabend: Fünfzig Jahre Fernsprecher in Deutschland. Berlin 1927), auch daß die deutsche Wissenschaft an der Entwicklung des Fernsprechwesens nicht unbeteiligt gewesen ist und noch ist, bedarf vor der Weltöffentlichkeit keines Nachweises mehr.

Solche Entgleisungen halten wir dem leidenschaftlichen Patrioten zugute. Möge das Buch viele Leser finden und, wie der Übersetzer in seinem Vorwort wünscht, Anregung dazu geben, daß bald eine vergleichende Geschichte des Fernsprechers erscheint. P. Craemer VDE.

Taschenbuch für Schiffsingenieure und Seemaschinisten. Von Obering. E. Ludwig unt. Mitwirk. v. Obering. Dipl.-Ing. W. Brose, Ing. G. Dräger u. Ing. G. Ziem, m. einem Beitrag üb. Nautik v. Prof. O. Steppes. 5. Aufl. Mit 571 Abb., XII u. 633 S. im Format 110 · 175 mm. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1935. Preis geb. 12 RM.

Ein Buch, das auf engem Raum in verständlicher Form eine Menge Wissenswertes über Schiffsmaschinenanlagen vermittelt. Daß nicht alles gebracht werden konnte, ist erklärlich, es sollte ja auch kein Lehrbuch werden. Immerhin ist soviel und auch schon soviel Neues, z. B. über Kohlenstaubfeuerungen oder über Hochdruckkessel, enthalten, daß wohl kaum etwas auf dem Gebiete des Schiffsmaschinenbaues vermißt werden wird. Ob man die Abschnitte über Turbinenstopfbuchsen, Flüssigkeitsgetriebe, Ausführung von Abdampfturbinen, über Brennstoffeinspritzung beim Diesel oder beim Ölkessel nachliest, immer freut man sich über die erschöpfende Unterrichtung. Es ist alles, ob neu oder alt, beschrieben. Ja, man könnte sogar fragen, ob nicht manches Alte der Platzersparnis wegen noch mehr zu kürzen oder wegzulassen sei.

Etwas zu knapp ist allerdings die Elektrotechnik weggekommen. Während beim Maschinenbau die einzelnen Bauelemente ausführlich mit Zeichnungen behandelt wurden, muß sich die Elektrotechnik für die Beschreibung z. B. des gesamten elektrischen Propellerantriebes mit etwa dem gleichen Platz begnügen wie er für Zylinder oder Kolben einer Dampfmaschine zur Verfügung stand. Derartige Beispiele lassen sich noch mehr anführen.

Über die konstruktive Ausführung elektrischer Anlageteile ist, während dem Buche sonst eine große Zahl guter Zeichnungen beigegeben ist, wenig zu sehen. Auch Kabel, Leitungen, die Art der Verlegung an Bord, Schottdurchführungen, Abzweig- und Sicherungskästen, die Frage der Dichtung bei wasserdichter Ausführung, die Baustofffrage dabei usw. usw.: alles das ist nur ganz kurz angedeutet oder überhaupt unberücksichtigt geblieben.

Knapp und treffend ist das, was vom Schiffbau gesagt ist: Die Erläuterungen, die hier gegeben werden, genügen für die praktischen Bedürfnisse an Bord durchaus.

Auch das Zahlen- und Tabellenmaterial ist gut ausgewählt und handlich zusammengestellt.

Alles in allem: ein wertvolles Handbuch für den Schiffsmaschineningenieur, das zweifellos trotz der erwähnten Mängel, die hoffentlich in der nächsten Auflage abgestellt werden, seinen Zweck erfüllt und sich seine Freunde erwerben wird. Ch. Breitenstein.

Kernphysik. Von P. Debye. Mit 7 Textabb. u. 34 S. im Format 150 · 223 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1935. Preis kart. 1,60 RM.

Die Schrift stellt die erweiterte Ausarbeitung eines Vortrages dar, der auf der 13. Jahrestagung der Freunde der Technischen Hochschule in München gehalten wurde. Sie behandelt nach einem Überblick über die Größenordnung von Atom, Elektron und Kern und über die nach den Astonschen Versuchen bekannten Kerne die Kernreaktionen, die bei den Rutherfordschen Versuchen der Beschießung mit α-Strahlen und den Versuchen von Cockroft und Walton der Beschießung mit Kanalstrahlen auftreten. Dann wird die Entdeckung der Protonen und Positronen besprochen und anschließend die Erzeugung künstlicher radioaktiver Elemente durch Beschießung mit Protonen nach Curie-Joliot, Neutronen nach Fermi und Deutonen nach Lawrence. Das Schriftchen zeigt alle Vorzüge der bekannten klaren und anschaulichen Darstellungsweise seines Verfassers und ist warm zu empfehlen. W. Bauer.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Ingenieurschule Ilmenau. 20. 1. (Mo), Beginn eines 8wöchentlichen Ausbildungskursus in der Preßstofftechnik. (Theoretische und praktische Ausbildung: Technologie der Kunstharzstoffe, Bau von Preßwerkzeugen, Übermittlung praktischer Erfahrungen in einer für diesen Zweck eingerichteten Presserei.) Auskunft erteilt die Direktion der Ingenieurschule Ilmenau.

Amt für Technik, Essen. 16. u. 17. 1. (Do u. Fr): Elektrotagung. Ausführliches Programm siehe S. 20 dieses Heftes.

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, Dortmund. 7., 14., 21., 28. 1. u. 4., 11. 2.: Ver. Techn. Staatslehranst., Sonnenstr. 98: Vortragsreihe „Die komplexe Rechnung in der Wechselstromtechnik“. Dr.-Ing. P. Werners.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 24. Dezember 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 9. Januar 1936 | Heft 2

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1936.

Während der 38. Mitgliederversammlung des VDE im September 1936 sollen wieder wie bisher Fachberichte gehalten werden.

Anmeldungen von Berichten mit einer kurzen Inhaltsangabe (etwa 15 Zeilen) bitten wir unter Bekanntgabe von Namen und Anschrift des Vortragenden bis spätestens zum **10. Februar 1936** einzusenden.

Bei der Auswahl der Berichte wird bei sonst gleicher Eignung die Mitgliedschaft der Vortragenden beim VDE berücksichtigt.

Es ist damit zu rechnen, daß die VDE-Fachberichte 1936 schon **vor** der Tagung, etwa im August erscheinen und den Teilnehmern an der Tagung zur Vorbereitung der Aussprachen zugestellt werden. Weitere Angaben über die Ausgestaltung der diesjährigen Fachberichte gehen den Anmeldenden rechtzeitig zu.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Die Fernsteuereinrichtung für die Stromversorgung der Stadt Mailand.

Von **L. Völker**, Berlin.

621. 398 : 621. 316. 26. 072

Übersicht. Die Stadt Mailand bezieht ihre elektrische Energie mit 23 kV Spannung aus weit entfernten Wasserkraftwerken und formt sie in mehreren Umspannwerken auf 6,5 kV um. Um die Unterhaltungskosten zu senken, wurden die Werke mit einer Fernsteuereinrichtung versehen, so daß nur noch zwei Umspannwerke besetzt sind. Die Arbeit gibt nähere Einzelheiten über die Wirkungsweise und die Ausführung der Fernsteuereinrichtungen.

Mailand wird aus den Wasserkräften der Alpen mit Strom versorgt; der mit 23 kV angelieferte Strom wird, wie aus Abb. 1 hervorgeht, über einen äußeren Freileitungs- und einen inneren Kabelring den Umspannwerken zugeleitet, die den zugehörigen Netzteil mit einer Spannung von 6,5 kV speisen.

Bei der Planung der Werke Acquabella, Savona, Stazione Centrale und Mosè Bianchi im Jahre 1929 war man sich darüber klar, daß sich die Bedienungskosten dieser Umspannwerke ziemlich hoch stellen würden, zumal die Bedienungsmannschaft fast keine Tätigkeit auszuüben gehabt hätte. Anderseits konnte man aber die Unterwerke, obwohl nur verhältnismäßig wenig Schalthandlungen auszuführen sind, nicht vollkommen unbedient lassen, weil sie dann ihre Bedeutung für gelegentlich notwendige, aber sehr wichtige Umschaltungen verloren hätten. Man plante daher, die vier neuen Werke von den beiden bereits vorhandenen Umspannwerken Volta und Vigentina aus fernzusteuern.

Da es zur Zeit der Planung noch kein Fernsteuerungssystem gab, das den Ansprüchen auch in preislicher Hinsicht entsprochen hätte, entschloß sich die Allgemeine Italienische Edisongesellschaft, die Mailand mit Strom versorgt, die neuen Werke zunächst nicht fernzubedienen. Die oberspannungsseitigen Transformatorenumschalter wurden mit einer Selbststeuerung versehen, die auf ein zweites Sammelschienensystem umschaltet, sobald das erste spannungslos geworden ist. Die beiden Sammelschienensysteme werden nach Möglichkeit von zwei verschiedenen Stromquellen gespeist, so daß das Umspannwerk auch dann noch in Betrieb bleibt, wenn eine Speisung ausgefallen ist. Diese Anordnung hat unbedingt den großen Vorzug, sehr schnell zu arbeiten, schneller als jede Fernsteuerung es vermag, was mit Rücksicht auf eine unterbrechungslose Stromversorgung des betreffenden Stadtteils von großer Wichtigkeit ist. Gegenüber einer Fernsteuerung hat sie jedoch den Nachteil, daß sie stets nach dem vorgeschriebenen starren Plan arbeitet und den Leiter des Netzes im unklaren läßt, wie die Speiseverhältnisse in dem Unterwerk überhaupt liegen. Zweifellos ist das Gegebene in diesem Fall eine Verbindung der Selbststeuerung mit einer Fernsteuerung, die der Zentrale jederzeit ein klares Bild über die Stellung der Schalter vermittelt und neben der Selbststeuerung auch noch andere beliebige Schalthandlungen zuläßt. Beim Bau der neuen Umspannwerke wurden daher von vornherein auf den späteren Einbau einer Fernbedienungseinrichtung Rücksicht genommen, und bei der Verlegung der Hochspannungskabel wurden die Übertragungskabel bereits mitverlegt. Jedoch während die Unterwerke noch im Bau waren,

entschloß sich der Auftraggeber, die Fernsteuereinrichtung zu bestellen.

Die Werke Mosè Bianchi und Stazione Centrale sollten von Volta und die Werke Via Savona und Acquabella von Vigentina aus gesteuert werden. Abb. 2 zeigt die Schaltung der Stazione Centrale; die übrigen sind ganz ähnlich ausgeführt. Im vollen Ausbau sind in jedem Unterwerk ungefähr 18 Ölschalter ein- und auszusteuern sowie ihre beiden Stellungen fernzumelden. Ferner ist das Ansprechen des Differentialschutzes jedes der drei im vollen Ausbau vorhandenen Umspanner zu melden. Die von jedem Unterwerk abgegebene Leistung sowie zwei Spannungswerte auf der Ober- und zwei auf der Unterspannungsseite sollen in der Steuerstelle auf Instrumenten abgelesen werden können.

Abb. 1. 23 kV-Netzplan von Mailand.

Die Fernbedienungseinrichtung nach dem hier verwendeten Schrittschaltersystem ist aus Bauelementen der vom Fernsprechverkehr her bekannten Selbstanschlußtechnik aufgebaut[1]). Die Schaltung wurde jedoch grundsätzlich anders ausgeführt. Beim Fernsprechen richtet eine Fehlverbindung keinen Schaden an. Bei einer Fernsteuereinrichtung aber können durch die Steuerung eines falschen Schalters erhebliche Sachschäden entstehen und sogar Menschenleben in Gefahr kommen. Eine Fernsteuereinrichtung muß also unbedingt sicher gegen Fehlschaltungen sein, gleichgültig ob diese durch Fehlverbindungen oder durch störende Einflüsse auf der Fernleitung, z. B. durch Schaltstöße auf benachbarten Hochspannungsleitungen, entstehen. Diese Sicherheit gegen Fehlschaltungen wird dadurch erreicht, daß man den Steuervorgang in mehrere Teilvorgänge zerlegt, die sich gegenseitig überwachen. Die Steuerung eines Ölschalters des Unterwerkes spielt sich folgendermaßen ab: Nach Betätigung des Kommandoschalters in der Zentrale wird an den zugeordneten Stromsteg eines Wählers Spannung gelegt. Drückt man jetzt auf die Starttaste, so schaltet sich der Wähler selbsttätig Schritt für Schritt fort, unter gleichzeitiger Aussendung von Wechselstromimpulsen an den Wähler des Unterwerks, der sich im gleichen Schrittmaß mitbewegt[2]). Kommt der Wählerarm jetzt an die Stelle, an die Spannung gelegt wurde, so zieht ein Relais an, das den Wählerarm an dieser Stelle etwas länger verweilen läßt, dementsprechend wird auch die Fortschaltung des Wählers in dem Unterwerk an dieser Stelle verzögert, so daß ein hier angeschlossenes Relais Zeit findet, anzuziehen. Beide Wähler laufen jetzt bis auf eine der letzten Stromstege. Damit ist der erste Vorgang, nämlich das Aussuchen des Steuervorbereitungsrelais des betreffenden Ölschalters, beendet.

Abb. 2. Schaltbild der Stazione Centrale.

Jetzt vollzieht sich vollkommen unabhängig von diesem Vorgang das gleiche mit einem zweiten Wählerpaar in umgekehrter Richtung. Der gleichmäßige Durchlauf des Wählers des Unterwerkes wird, verursacht durch das erregte Steuervorbereitungsrelais, auf kurze Zeit unterbrochen. Der Wähler der Zentrale bleibt ebenfalls an derselben Stelle stehen und prüft gleichzeitig, ob das erregte Steuervorbereitungsrelais des Unterwerks mit dem durch den Kommandoschalter gegebenen Befehl übereinstimmt. Ist dies der Fall, so wird durch die letzten Schritte des zuerst genannten Wählerpaares das vorbereitete Kommando ausgeführt. Damit sind die beiden nächsten Teilvorgänge, der Vergleich des von der Einrichtung ausgewählten Schalters mit dem gegebenen Befehl und die Ausführung dieses Befehls, vollzogen.

In der Zentrale beginnt im selben Augenblick die Meldelampe des betreffenden Ölschalters zu flackern bei gleichzeitigem akustischen Alarm. Stellt der Schaltwärter daraufhin den Rückmeldeschalter in die der neuen Stellung entsprechende Lage, so brennt die Meldelampe wieder mit ruhigem Licht, gleichzeitig geht ein Impuls zum Unterwerk, der bewirkt, daß das zweite Wählerpaar wieder in die Ausgangsstellung geht. Jetzt ist auch der letzte Vorgang, die Rückmeldung der vollzogenen Schalthandlung, erledigt.

Man kann natürlich auch mehrere Steuerbefehle in einem Wählerumlauf vorbereiten, sämtliche Befehle werden dann nach Beendigung des Umlaufs gleichzeitig ausgeführt. Die Zeit eines vollkommenen Steuervorganges vom Start der Wähler bis zum Einlauf der Rückmeldungen

[1]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 1171.
[2]) Vgl. a. G. August, ETZ 56 (1935) S. 1363

hängt natürlich von der Anzahl der auszuführenden Befehle und von der Schaltzeit des ferngesteuerten Schalters ab, diese kann manchmal z. B. bei motorangetriebenen Trennern recht erheblich sein. Im allgemeinen dauert der gesamte Steuervorgang bei großen Anlagen und bei gleichzeitiger Steuerung von 3 bis 4 Schaltern ungefähr 8 s.

Bei der Entwicklung des Schrittschaltersystems war man sich von vornherein darüber im klaren, daß auf der Fernleitung nur mit Impulsen gearbeitet werden darf. Man kann sich auf diese Weise unabhängig von den Einflüssen der Fernleitung machen, und für die Übertragung läßt sich jede beliebige Stromart verwenden. Da die Übertragung nichts anderes als einen Telegraphiervorgang darstellt, können auch sämtliche Übertragungsmittel der Telegraphie angewendet werden. Bei dem bereits früher entwickelten Impulsfrequenz-Fernmeßverfahren[3]) waren die gleichen Überlegungen maßgebend, so daß es, da dieselbe Übertragungstechnik vorliegt, keine Schwierigkeiten bereitet, eine Fernsteuereinrichtung mit Meßwertübertragungen zu verbinden.

Abb. 3. Fernsteuereinrichtung im Unterwerk Savona.

Die Übertragung der Meßwerte wurde in diesem Fall mit 100 Hz-Impulsen auf denselben Adern vorgenommen, auf denen die Fernsteuereinrichtung bereits mit 50 Hz-Impulsen arbeitet. Es wurde als ausreichend erachtet, wenn von den 5 Meßwerten eines Unterwerkes immer nur einer beliebig übertragen werden kann. Die klare Unterscheidung der Fernsteuer- und Fernmeßimpulse geschieht durch elektrische Weichen in der Zentrale und dem Unterwerk.

Bereits oben wurde erwähnt, daß das Übertragungskabel mit dem Hochspannungskabel parallel verläuft; es wurde daher an den Enden durch Schutzübertrager abgeschlossen, damit die fernmeldemäßig ausgeführten Geräte nicht durch hohe Spannungen, die durch Kurzschlüsse oder Schaltstöße induziert sein können, gefährdet werden. Außerdem wurde noch an beiden Enden ein vollständiger Schutz gegen den unmittelbaren Übertritt von Hochspannung durch Berührung vorgesehen. Mit dieser Möglichkeit mußte bei dem geringen Abstand der beiden Kabel gerechnet werden.

Die montagemäßige Ausführung einer Einrichtung für eines der Unterwerke zeigt Abb. 3. In der Mitte befindet sich der Schrank mit den Wählern und Relais. In den Gehäusen daneben sind die Relais untergebracht, welche die Verbindung der Fernsteuereinrichtung mit den Hochspannungsschaltern herstellen. Diese Verbindung ist ein wichtiger Punkt, dem bei der Konstruktion besondere Beachtung zukommen muß. Von den mit Starkstrom betätigten Schalterantrieben oder Meldekontakten darf keine elektrische Verbindung zu den gering isolierten Schwachstromeinrichtungen stattfinden. Eine elektrisch vollständige Trennung wurde dadurch erzielt, daß man hochisolierte Starkstromrelais zwischenschaltete (Abb. 4). Die Rückmelderelais wurden als Kipprelais ausgeführt, die nur während ihrer Betätigung die Hilfsbatterie des Umspannwerkes belasten.

a	Hochspannungs-Sammelschienen	*f*	Fernsteuereinrichtung im Unterwerk
b	Antrieb	*g*	Fernleitung
c	Hilfskontakt	*h*	Hilfsbatterie
d	Hochspannungsschalter	*i*	Rückmelde-Kipprelais
e	Steuerrelais	*k*	Hilfsspannung

Abb. 4. Die elektrische Trennung von Schwachstrom- und Starkstromeinrichtungen.

Von großer Bedeutung für eine Fernsteueranlage ist auch die klare und übersichtliche Anordnung der Bedienungsorgane. Aus der Abb. 5 geht hervor, wie diese vorgenommen wurde. Auf Blechtafeln wurden die Schaltanordnungen der Unterwerke aus Metalleisten nachgebildet. Die Steuer- und Quittungsschalter[4]) wurden im Zuge der Leitung angeordnet. Die Trenner werden nur sehr selten betätigt; es wurde daher davon abgesehen, diese fernzusteuern und ihre Stellung rückzumelden. Auf der Bedienungstafel wurden sie als einfache Stecker ausgeführt. Die Umspannerzeichen leuchten auf, sobald der Differentialschutz angesprochen hat.

Die bereits oben erwähnten selbsttätigen Umschalter der Umspanner können mit Hilfe der Fernsteuereinrichtung von der Zentrale aus ferngeschaltet werden. Die Stellung der Umschalter wird, ebenso wie die der übrigen Schalter, in jedem Falle rückgemeldet.

Der Betrieb des Netzes erfordert häufig das Parallelschalten der beiden oberspannungsseitigen Sammelschienensysteme. Es wurde zu dem Zweck in jedem Unterwerk ein Kuppelschalter vorgesehen, der ebenfalls ferngesteuert werden sollte. Nun ist es immerhin ein Wagnis, einen derartigen Schalter ferneinzuschalten, von dem man womöglich nur auf telephonischem Wege erfahren hat, daß auf seinen beiden Seiten synchrone Spannungen vorhanden sind. Die Übertragung der Meßwerte, welche den Bedienungsmann der Zentrale in den Stand setzen würde, sich

[3]) M. Schleicher, Siemens-Z. 9 (1929) S. 157 und S. 225.

[4]) M. Schleicher, Siemens-Z. 7 (1927) S. 589.

selbst von dem Vorhandensein der Parallelschaltbedingungen zu überzeugen, wäre zu umständlich und kostspielig und würde Irrtümer der Bedienungsperson auch dann noch nicht ausschließen. Es wurde daher eine selbsttätige Sammelschienenkupplung vorgesehen, welche nur aus einer sinnreichen Anordnung von einigen Relais besteht[5]). Der Einschaltbefehl für den Kuppelschalter geht auf alle Fälle zuerst an diese Einrichtung, welche dann nach Prüfung der Parallelschaltbedingungen die Kupplung vornimmt. Die Schaltung wurde so getroffen, daß die Kupplung sofort erfolgt, wenn eine der beiden Sammelschienen oder beide spannungslos sind.

Abb. 5. Schalttafeln in der Befehlsstelle Vigentina.

Diese Art der Sammelschienenkupplung ist ein bemerkenswertes Beispiel für die Verbindung einer selbsttätigen Einrichtung mit einer Fernsteuerung. In diesem Fall wäre keine andere Lösung besser gewesen. Eine vollselbsttätige Kupplungseinrichtung ist zu starr in ihrer Verwendungsmöglichkeit, und gegenüber der Lösung, welche die Übertragung der Meßwerte vorsieht, besteht der Vorteil größerer Preiswürdigkeit und größerer Sicherheit, außerdem wird der Übertragungskanal, die Fernsteuereinrichtung und vor allem auch die Bedienungsperson von Vorgängen entlastet, die mit dem Einschalten des Kuppelschalters an sich nichts zu tun haben.

Bereits oben wurde erwähnt, daß mit der Fernsteuereinrichtung mehrere Schalter gleichzeitig eingeschaltet werden können. Dieses kann von Nutzen sein, wenn z. B. bei irgendeiner vorübergehenden selbsttätigen Abschaltung des einen Umspanners auch der andere wegen Überlastung herausfällt, so daß sämtliche Abnehmer spannungslos sind und man sie nacheinander zuerst ab- und dann wieder einschalten müßte. Mit Hilfe der Fernsteuerung lassen sich beide Umspanner praktisch gleichzeitig wieder zuschalten, so daß sie ihren Lastanteil im gleichen Augenblick wieder aufnehmen.

Die von der Siemens & Halske AG. erstellte Anlage ist jetzt über 3 Jahre in Betrieb; sie hat sich gut bewährt, auch ihr Besitzer hat sich sehr zufriedenstellend geäußert[6]). Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, daß die Bedienungsmannschaft, der auch die Wartung der Geräte obliegt, sich sehr rasch mit den ungewohnten Wählern und Relais der Schwachstromtechnik vertraut gemacht hat. Kontaktauswechslungen und ähnliche Überholungsarbeiten, die sich auf Teile erstrecken, welche dem normalen Verschleiß unterworfen sind, konnten ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden.

Zusammenfassung.

Beschrieben wurden der Aufbau und die Wirkungsweise der Einrichtungen, mit denen in Mailand vier neue Umspannwerke von zwei bereits vorhandenen ferngesteuert und fernüberwacht werden. Die Geräte arbeiten nach dem Schrittschaltersystem und sind aus Bauelementen der Selbstanschlußtechnik aufgebaut. Ferngesteuert werden im vollen Ausbau in jedem Umspannwerk 18 Ölschalter, außerdem wird das Ansprechen des Differentialschutzes gemeldet, ferner werden Leistung und vier Spannungswerte ferngemessen. Jedes Umspannwerk erhielt auch eine selbsttätige Sammelschienenkupplung, deren Befehlsimpuls die Zentrale veranlaßt.

[5]) M. Schleicher, CIGRE-Bericht Nr. 329 von 1935.

[6]) Guastalla, Ing. der Soc. Cen. Ital. Edison di Elettr: „Cabine non presidiate con segnalazioni ecomandi riportati alle cabine presidiate Sezione Tecnologica" Unione Nat. Fasch. Ind. Elettr. 10 (1933) H. 11.

Ein neuer Reflektionsmesser.

621. 383. 08 : 676. 2

Dieses Instrument wurde für die Papierindustrie geschaffen[1]), nachdem sich herausgestellt hatte, daß die Reflektionsmessung zur Klassifizierung der verschiedenen Papiersorten am besten bei der Wellenlänge 450 $\mu\mu$ vorgenommen wird. Es arbeitet mit zwei in Reihe geschalteten Photozellen. Die eine Zelle wird unmittelbar von einer Lichtquelle unter Vorschaltung eines veränderlichen Spaltes (*1*) belichtet, der eine Anpassung an die zweite Photozelle gestattet. Auf diese zweite Zelle fällt ein gefiltertes Strahlenbündel derselben Lichtquelle, nachdem es von der zu untersuchenden Probe bzw. einem Normalpapier reflektiert wurde und durch ein Linsensystem mit zwischengeschaltetem veränderlichen Spalt (*2*) hindurchgegangen ist. Dieser zweite Spalt ist mit einer Teilung von 0 (ganz geschlossen) bis 1 (ganz geöffnet) versehen. Der Gang der Messung ist folgender: Die Papierprobe wird auf die Öffnung des Gerätes gelegt, und nun wird bei ganz geöffnetem Spalt (*2*) der verstärkte Zellenstrom mit Hilfe des als Kompensator dienenden Spalts (*1*) so eingestellt, daß an beiden Zellen etwa der gleiche Spannungsabfall besteht; dies ist der Fall bei einer Stromstärke von 400 bis 500 mA. Darauf kommt an die Stelle der Probe das bekannte Normalpapier, und nun wird der Spalt *2* so eingestellt, daß der Strom gleich stark ist wie vorher. In diesem Falle liest man an der Teilung des Spalts einen Wert ab, welcher die Reflexierfähigkeit der Probe im Verhältnis zu derjenigen des Normals angibt. — Ein Filter hält alle Strahlen von größerer Wellenlänge als 700 $\mu\mu$ von der Zelle fern; im übrigen sind 9 Filter vorgesehen, mit deren Hilfe man das Reflexionsvermögen an jeder Stelle des Spektrums messen kann. Das Gerät, das auch zur Messung der Oberflächeneigenschaften vieler anderer Körper dienen kann, hat folgende Vorzüge:

Die Messungen sind unabhängig 1. vom Auge des Beobachters, 2. von der Empfindlichkeitskurve der Zelle, 3. von der Intensität der Beleuchtung der Probe, 4. von der Empfindlichkeit des Verstärkers, 5. von der Durchlässigkeit der optischen Teile, 6. von der Batteriespannung. Die Empfindlichkeit des Gerätes ist sehr groß, die Angaben sollen bis auf 0,1 % genau sein. *Vg.*

[1]) J. L. Michaelson, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 194.

Der Gleichstrom-Meßwandler.

Arbeitsweise und Anwendungsgebiet.

Von O. E. Nölke VDE, Dresden.

621. 317. 311. 022 : 621. 314. 224. 024

Übersicht. Für die Messung starker Gleichströme werden die bei der bisher meist üblichen Messung mit Nebenwiderständen auftretenden Fehlerquellen besprochen. Ein neues Meßgerät, der Gleichstrom-Meßwandler, wird in seiner Arbeitsweise geschildert. Das Verhalten des Gerätes bei verschiedenen Betriebszuständen wird näher beschrieben.

Mit der fortschreitenden Entwicklung der elektrometallurgischen Industrie macht sich das Bedürfnis nach Geräten zur genauen Messung von hohen Gleichstromstärken immer mehr geltend. Die bisher verwendeten Nebenwiderstände (Shunts) haben hauptsächlich folgende unangenehme Eigenschaften:

Hoher Eigenverbrauch und daher große Wärmeentwicklung bei verhältnismäßig kleinem Spannungsabfall und damit kleiner zur Verfügung stehender Meßleistung.

Hohe Gleichströme erzeugen große Fremdfelder, die störend die Meßinstrumente beeinflussen. Verlegt man zur Vermeidung dieser Störung lange Instrumentenzuleitungen, so steigt die ohnehin schon große

Temperaturabhängigkeit der gesamten Meßanordnung.

L Leiter, E Eisenkern, W_2 Sekundärwicklung, A Anker, M Motor, I_2 Meßinstrument

Abb. 1. Grundsätzliche Anordnung eines Gleichstrom-Meßwandlers.

Diese Nachteile werden bei Verwendung eines Gleichstrom-Meßwandlers vermieden. Er vermag einen Gleichstrom beliebiger Größe in einen proportionalen, für die Messung bequemeren Gleichstrom zu verwandeln. Primär- und Sekundärstromkreise sind wie beim Wechselstromwandler galvanisch getrennt, und der Sekundärstrom ist dem Primärstrom nicht nur proportional, sondern auch formgetreu, denn im Primärstromkreis etwa vorhandene Wechselstromüberlagerungen werden wie beim Wechselstromwandler mit transformiert.

Die Wirkungsweise des Gleichstrom-Meßwandlers sei mit Hilfe der Abb. 1 erläutert: Der den zu messenden Primärstrom führende Leiter L wird von dem Eisenkern E umgeben, welcher in einer Aussparung den Gleichstromanker A aufnimmt, der von einem Motor M angetrieben wird. Der Eisenkern E trägt eine Sekundärwicklung W_2, die mit dem Gleichstromanker A und dem Meßinstrument I_2 in Reihe geschaltet ist. Der im Primärleiter L fließende Primärstrom erregt den Eisenkern E, so daß an den Kollektorbürsten des vom Motor M angetriebenen Ankers A eine EMK auftritt.

Der von dieser Anker-EMK in der Sekundärwicklung hervorgerufene Strom durchfließt diese in einem solchen Sinne, daß er das vom Primärstrom herrührende Feld aufzuheben trachtet. Im Beharrungszustand ist die primäre AW.-Zahl gleich der Summe aus Sekundär-AW.-Zahl und der zur Aufrechterhaltung des Restfeldes erforderlichen

R_1, R_2 Präzisionswiderstände, W_1 Meßschleife, W_2 Sekundärwicklung, A Gleichstromanker, M Motor, I_2 Meßinstrument, G Galvanometer

Abb. 2. Eichschaltung.

Magnetisierungs-AW.-Zahl. Bei 10 000 A Primärstrom und einem Durchgang durch das Kernfenster E ist die primäre Amperewindungszahl 10 000. Soll ein Sekundärstrom von 5 A erzeugt werden, so muß die sekundäre Windungszahl $10\,000 : 5 = 2000$ sein, abzüglich der für die Aufrechterhaltung des Restfeldes erforderlichen Magnetisierungs-AW.-Zahl, entsprechend der Überhöhung beim Wechselstromwandler. Es ergeben sich mithin dem Wechselstrom-Meßwandler entsprechende Verhältnisse. Während jedoch beim Wechselstrom-Meßwandler die den Sekundärstrom hervorrufende EMK in der Sekundärwicklung selbst infolge der Änderung des Feldes induziert wird, wird diese EMK beim Gleichstrom-Meßwandler nur in dem Gleichstromanker induziert, wenigstens soweit es sich um die Wandlung von Gleichstromgrößen handelt. Dieser Umstand ist besonders für den Temperaturfehler des Gleichstromwandlers wichtig, und es wird deshalb weiter unten noch näher auf ihn eingegangen. Änderungen der Drehzahl des Motors haben auf das Übersetzungsverhältnis denselben geringen Einfluß wie Änderungen der Frequenz auf das Übersetzungsverhältnis eines Wechselstromwandlers.

Da der Sekundärstrom des Gleichstrom-Meßwandlers induktiv vom Primärstrom bzw. der primären AW.-Zahl beeinflußt wird, kann der Wandler ohne große Primärstromstärken geeicht werden, indem man die Nenn-AW.-Zahl durch kleinere Stromstärke bei entsprechend größerer Windungszahl herstellt. Abb. 2 zeigt das Schaltbild der Eicheinrichtung. Der Primärstrom durchfließt den Präzisionswiderstand R_1 und eine Meßschleife mit W_1-Windungen, die das Fenster des zu eichenden Gleichstrom-Meßwandlers durchsetzt. Der vom Anker A gelieferte Sekundärstrom durchfließt die Sekundärwicklung W_2, den Stromzeiger I_2 (Bürde) und den Präzisionswiderstand R_2. Die Spannungsabfälle von R_1 und R_2 werden mit einer Spannungsteilerschaltung und einem Gleichstrom-Galvanometer gegeneinander kompensiert, ähnlich wie in der für die Messung von Wechselstrom-Meßwandlern gebräuchlichen Schaltung nach Schering und Alberti.

Für die Eichung hat der Primärstrom die Größe $I_1 = I_n/W_1$, worin I_n den primären Nennstrom des Wandlers bedeutet. Man wählt W_1 gewöhnlich so groß, daß I_1 meßtechnisch bequem zu erfassen ist.

Der Fehler des Gleichstrom-Meßwandlers ist durch die Größe der erforderlichen Magnetisierungs-AW.-Zahl bedingt. Der dem Primärstrom proportionale Anteil der Magnetisierungs-AW., der lediglich den Abstand der Stromfehlerkurve von der Nullinie hervorruft, kann durch eine entsprechende Verminderung der sekundären Windungszahl ausgeglichen werden. Der dem Primärstrom nicht proportionale Anteil der Magnetisierungs-AW. bedingt die Krümmung der Stromfehlerkurve (Stromfehler als Funktion des Primärstromes). Um diese Krümmung möglichst klein zu halten, muß man durch entsprechende Wahl von Ankerwindungszahl und Ankerdrehzahl dafür sorgen, daß der Eisenkern im Nennbereich des Wandlers eine möglichst konstante Permeabilität aufweist. Erschwert wird die Erfüllung dieser Forderung einmal durch die Ankerrückwirkung: durch sie werden beim Gleichstromgenerator die ablaufenden Polkanten gesättigt, wodurch der magnetische Widerstand der Polschuhe und Ankerzähne erhöht wird; zum anderen durch die Wirkung der Erwärmung des Wandlers: bei großen Übersetzungsverhältnissen pflegt der Eigenwiderstand der Sekundärwicklung das Vielfache der an den Wandler angeschlossenen Bürde zu betragen. Für das kalte und erwärmte Gerät muß man mit einer Widerstandsänderung der Sekundärwicklung von etwa 30 % rechnen. Schon diese Änderung pflegt die Bürde noch wesentlich zu übersteigen und den Induktionsbereich des Eisenkernes beträchtlich zu vergrößern.

a kalt ohne Bürde b betriebswarm ohne Bürde
c betriebswarm mit Bürde (1,2 Ω)

Abb. 3. Stromfehler eines Gleichstrom-Meßwandlers 30 000/5 A ohne Temperaturkompensation.

a kalt ohne Bürde b betriebswarm ohne Bürde
c betriebswarm mit Bürde (1,2 Ω)

Abb. 4. Stromfehler eines Gleichstrom-Meßwandlers 30 000/5 A mit Temperaturkompensation.

Die durch die Ankerrückwirkung hervorgerufenen Schwierigkeiten lassen sich durch eine vom Ankerstrom durchflossene und in den Nuten der Polschuhe angeordnete Kompensationswicklung beseitigen. Der durch die Widerstandsänderung der Sekundärwicklung hervorgerufene Fehler läßt sich dadurch vermindern, daß man die Abgleichung des Wandlers nicht durch eine Verringerung der sekundären Windungszahl, sondern durch einen der Sekundär- und Kompensationswicklung parallel geschalteten temperaturunabhängigen Widerstand vornimmt. Die Stromaufnahme dieses Parallelwiderstandes ist proportional dem Spannungsabfall an Sekundär- und Kompensationswicklung und ist bei warmer Sekundärwicklung im Verhältnis der Widerstandszunahme größer. Die Meßinstrumente werden von der Summe der in der Sekundärwicklung und im Parallelwiderstand fließenden Ströme durchflossen und erhalten daher bei erwärmter Sekundärwicklung einen etwas größeren Strom. Da aber die erwärmte Sekundärwicklung eine Erhöhung der Induktion des Eisenkernes und somit eine Vergrößerung des Magnetisierungsstromes zur Folge hat, würde durch sie der Sekundärstrom verringert werden. Durch entsprechende Wahl der Abgleichung (Verminderung der sekundären Windungszahl oder Parallelwiderstand zur Sekundär- und Kompensationswicklung oder beides) hat man es in der Hand, den durch die Erwärmung der Wicklungen hervorgerufenen Fehler sehr stark zu verringern. Infolge der Remanenz des Eisenkernes ist der Stromfehler bei steigendem und bei fallendem Primärstrom etwas voneinander verschieden. Die Eichkurven in Abb. 3 und 4 sind sowohl von 0 bis 120 % Nennstrom als auch von 120 bis 0 % aufgenommen[1]). Die Kurven sind durch eingezeichnete Pfeile gekennzeichnet. Das eingeschlossene Fehlerband ist so schmal, daß es für die Praxis keine Rolle spielt.

Abb. 5. Gleichstrom-Meßwandler 30 000/5 A.

Die in der Abb. 4 gezeigten Stromfehlerkurven gelten für einen Gleichstromwandler mit einem Nennübersetzungsverhältnis 30 000/5 A, wie er in Abb. 5 dargestellt ist. Das Spiel des Übersetzungsverhältnisses bei den verschiedenen Belastungszuständen ist durch die Kompensation so gering, daß es wohl kaum bei diesen hohen Stromstärken durch eine Messung mit Nebenwiderständen erreicht oder gar unterboten werden kann. Hinzu kommt der Vorteil, daß der Gleichstrom-Meßwandler zufolge seiner großen Sekundärleistung lange Instrumentenzuleitungen ohne weiteres zu speisen vermag, ohne daß die durch Temperaturerhöhung bedingte Widerstandszunahme dieser Leitungen das Übersetzungsverhältnis merkbar ändert. Da sämtliche Meßinstrumente in Reihe geschaltet werden, ist außerdem nur eine Hin- und Rückleitung zu verlegen. Demgegenüber pflegt bei Messung mit Nebenwiderständen die Widerstandszunahme der Zuleitungen das Ergebnis stark zu fälschen, wenn man sich nicht zur Verlegung übermäßig großer Zuleitungsquerschnitte entschließt.

Wechselströme oder dem Gleichstrom überlagerte Wechselströme oder schnelle Änderungen des Primärgleichstromes werden vom Gleichstromwandler hauptsächlich transformatorisch übertragen. Bei dem Baumuster nach Abb. 5 wurden bei Betrieb mit Nenngleichstrom und einer 50periodigen Wechselstromüberlagerung von 10 %

[1]) Aus dem Meßwandler-Laboratorium der Koch und Sterzel AG. mitgeteilt.

ein Wechselstromfehler von — 1 % und ein Fehlwinkel von — 45′ gemessen, wobei der Gleichstromfehler der gleiche wie in Abb. 4 war. Für Sonderfälle hat man es in der Hand, etwa vorhandene Wechselstromüberlagerungen der Primärseite durch entsprechend angebrachte Kurzschlußwicklungen zu unterdrücken, so daß der Wechselstrom im Sekundärstrom nicht in Erscheinung tritt. Solche Wandler ergeben einen Sekundärstrom, der proportional dem arithmetischen Mittel des Primärstromes ist. Der normale Wandler liefert sekundärseitig ein getreues Abbild des Primärstromes, und ein sekundär angeschlossenes Dynamometer, Weicheisen- oder Hitzdrahtinstrument, zeigt den effektiven Mittelwert, ein Drehspulinstrument den arithmetischen Mittelwert an.

Zusammenfassung.

Der Gleichstrom-Meßwandler ermöglicht eine bisher nicht erreichte Genauigkeit in der Messung hauptsächlich großer Gleichstromstärken. Er eignet sich zur Messung nicht nur reiner Gleichströme, sondern auch schnell sich ändernder Gleichströme bzw. von Gleichströmen mit Wechselstromüberlagerung.

---

11. Physiker- und Mathematikertag in Stuttgart, 22. bis 28. Sept. 1935.

53 + 51 (063)

Auf Einladung der veranstaltenden wissenschaftlichen Gesellschaften hatten sich mehr als 750 Teilnehmer aus dem ganzen Reiche und auch aus dem Auslande zusammengefunden, um im Rahmen von 3 Hauptthemen: *Elektronen- und Ionenleitung in festen Körpern, Ultrastrahlung und Kernphysik, mechanische Schwingungen einschließlich Lärmbekämpfung*, die Fortschritte der Physik im letzten Jahre kennen zu lernen, wozu über 100 Vorträge mehr als reichlich Gelegenheit boten[1]). Bei der Fülle des Stoffes kann nicht über alle Vorträge berichtet werden. Es werden deshalb im folgenden nur die hervorgehoben, die für die Elektrotechnik im umfassenden Sinn Bedeutung haben oder erlangen können[2]).

In der Eröffnungssitzung konnte K. *Mey*, Berlin, Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, die Vertreter des Staates und der Behörden sowie eine Reihe ausländischer Mitglieder begrüßen. Der Gedankenaustausch mit ausländischen Gelehrten müsse um der Wissenschaft willen eifrig gepflegt werden. Die führende Stellung der deutschen Wissenschaft müsse auch durch den Ausbau der wissenschaftlichen deutschen Zeitschriften und Forschungen gestützt und gefestigt werden. In den „Physikalischen Berichten", die seit 15 Jahren sämtliche in der Welt erscheinenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Physik und ihrer Grenzbereiche kurz besprechen, waren im letzten Jahre von 9500 Arbeiten etwa ein Drittel deutschen Ursprungs, vor zehn Jahren bei 5500 Arbeiten noch die Hälfte. Wenn auch bei dieser Statistik nicht gewogen, sondern nur gezählt wurde, so muß die deutsche physikalische Forschung durch scharfen Kampf ihre Führerstellung erneut unter Beweis stellen. — Diesen Gedanken unterstützte auch der Rektor der Technischen Hochschule, Prof. *Stortz*; die leitenden Männer seien sich heute voll bewußt, daß man das Gebiet der reinen Forschung mit allen Mitteln unterstützen und darüber hinaus Wege für die Auswertung der wissenschaftlichen Ergebnisse ausbauen müsse.

I. *Hauptthema*: *Elektronen- und Ionenleitung fester Körper* (Leiter: P. P. *Ewald*, R. W. *Pohl*, W. *Schottky*).

B. Gudden, Erlangen, und **W. Schottky**, Berlin: *Probleme der Elektronen- und Ionenleitung in festen Körpern*. Kurze Übersicht über das ganze Gebiet, wobei die Grenzflächen außer Betracht blieben. Bei der Ionenleitung hat man strukturempfindliche und strukturunempfindliche Stoffe zu unterscheiden. Hauptsächlich sind Störstellen im Gitter hierfür verantwortlich. Bei der Elektronenleitung wird zwischen einer Überschuß- und einer Mangelleitung unterschieden. Die Verhältnisse sind verwickelt, die Fragen nach den Energiezuständen und dem Leitungsmechanismus noch unbefriedigend beantwortet, so daß noch lohnende theoretische und experimentelle Arbeit zu leisten ist.

R. Pohl, Göttingen: *Elektronen in Alkali-Halogenid-Kristallen*, mit Vorführungen. In Kaliumbromid kann man Halogen-Anionen durch Elektronen ersetzen und erhält dann neben Ionen- auch Elektronenleitung. Der Einbau der Elektronen ist verschieden. Entweder im Ultraviolett (Auftauchen einer neuen Absorptionsbande) oder im Sichtbaren durch Temperaturerhöhung oder Lichteinstrahlung. Eine Blaufärbung des Kristalles zeigte den Lauf der Elektronen im Kristall im elektrischen Feld. Diesem Strom ist noch ein lichtelektrischer Primärstrom überlagert. Die Vorführungen waren in der bekannten Weise sehr eindrucksvoll.

E. Meyer, Berlin: *Beitrag zur Elektrizitätsleitung in Halbleiterwerkstoffen*. Untersuchungen an Kupferjodid und Titandioxyd zeigten, daß geringe Änderungen im chemischen Gefüge den Leitwert der Stoffe stark beeinflussen. Aus der Bestimmung der Elektronenkonzentration in verschiedenen Halbleiterwerkstoffen ergab sich, daß der Sitz der Elektronenquelle von der kristallinen Beschaffenheit des Versuchskörpers unabhängig ist.

G. Mönch, Erlangen: *Volumen- und Grenzflächenanteile bei den thermo- und lichtelektrischen Effekten am Element Metall — Halbleiter — Metall*. Bei Erwärmung von Kuprit-Metall tritt eine Thermospannung auf. Bei Belichtung tritt beim Kuprit, dem mineralischen Kupferoxydul, eine der Thermospannung entgegengesetzte Spannung auf. Beim chemischen Kupferoxydul ist dieser Effekt nicht vorhanden; er tritt erst auf, wenn man den Stoff bei Belichtung abkühlt. Die beiden gleichzusammengesetzten Stoffe verhalten sich also verschieden.

F. Waibel, Berlin: *Die Leitfähigkeit des Kupferoxyduls im Gleichgewicht mit seinen Nachbarphasen*. Im Bereich von 200 ° bis 1000 ° C wurde Kupferoxydul mit der Kupferphase in thermisches Gleichgewicht gebracht. Dabei ergab sich die größte Leitfähigkeit zwischen 400 ° und 500 °. Auch der Gehalt an gelöstem Sauerstoff wurde bei den im Gleichgewicht befindlichen Kupferoxydulproben bestimmt. Die Untersuchung ist für Trockengleichrichterplatten sehr wichtig.

A. Gehrts, Berlin: *Glühelektronen-Emission und Elektronenleitung fester Körper*. Faßt man die Glühelektronen-Emission als eine Elektronenabspaltung von einem Oberflächenatom auf, dann wird sie durch eine Energieanhäufung in diesem Atom bewirkt. Diese Energieanhäufung setzt einen Energieaustausch zwischen den Atomen voraus. Für homogene Metalle kann die Glühelektronen-Emission eine reine Grenzflächenerscheinung sein.

II. *Hauptthema*: *Ultrastrahlung und Kernphysik* (Leiter: W. *Bothe*, H. *Geiger*, E. *Regener*).

P. M. S. Blackett, London: *Zum Ultrastrahlungsproblem*. Der Vortragende gab einen ausführlichen Bericht über die experimentellen Tatsachen, die bisher über die Ultrastrahlung vorliegen, wie man jetzt die kosmische Höhenstrahlung allgemein nennt. Das Durchdringungsvermögen der Strahlung ist sehr groß. Gemessen wird mit Nebelkammer und Zählrohr. Durch Messungen in starken Magnetfeldern will man die Energie der Ultrastrahlung bestimmen. Daraus ergeben sich dann Anhalte, ob die beobachteten Teilchen primären oder sekundären

[1]) Bericht über die Tagung des Vorjahres: ETZ 55 (1934) S. 1151.
[2]) Die Vorträge werden ausführlich in der Z. techn. Physik veröffentlicht [vgl. Bd. 16 (1935) H. 11 u. 12].

Ursprungs sind. Dies würde erst Schlüsse auf die Natur der Strahlung erlauben, von der 90 % aus geladenen Teilchen, und zwar positiven und negativen Elektronen besteht. Der Einfluß des Magnetfeldes der Erde wird eingehend diskutiert. Zeitliche Abhängigkeiten ergeben sich nicht, aber solche von der magnetischen Breite derart, daß die Strahlung am Pol am größten ist und am Äquator nur die schnellsten Teilchen zur Erde gelangen. Es ergeben sich zwei Komponenten, von denen die weiche den Elektronen und die harte wahrscheinlich Protonen zuzuschreiben ist. Beim Zusammenstoß der Strahlung mit Atomkernen werden die Atome zertrümmert und positive und negative Elektronen paarweise herausgeschleudert. Auch Garben der Korpuskeln bis zu 90 Teilchen sind beobachtet worden.

H. Kulenkampff, München: Beobachtungen über den Durchgang von Ultrastrahlungskorpuskeln durch Materie. Beim Einbau einer Absorberschicht vor oder zwischen Zählrohren läßt sich der Anteil der Strahlung feststellen, der in der Materie des Absorbers ausgelöst wird. Es ergeben sich zwei Komponenten verschiedener Härte.

E. Regener und **G. Pfotzer**, Stuttgart: Messung der Ultrastrahlung mit Zählrohrkoinzidenzen in der Stratosphäre. Die bei den unbemannten Ballonaufstiegen in die Stratosphäre bis 24 km Höhe benutzte dreifache Koinzidenzapparatur lieferte ein Maximum der Koinzidenzen für 14 km Höhe. Die Verteilung auf die Winkel um den Zenith zeigte für geringe Höhen eine Kosinusabhängigkeit, dagegen für große Höhen ein ausgesprochenes Maximum.

A. Ehmert, Stuttgart-Friedrichshafen: Zum Richtungseffekt der Ultrastrahlung. Die Registrierkurve von Koinzidenzmessungen wird nach einem Rechenschema in einen kontinuierlichen Untergrund und darauf aufgesetzte Maxima zerlegt, die sich teilweise überdecken, aber doch einen Richtungseffekt erkennen lassen. Man findet täglich vier Maxima, die deutlichen Gang mit der Sternzeit aufweisen.

Die Nachmittagssitzung, welche dem jüngsten Forschungsgebiete, der sog. Kernphysik, d. h. der Physik des Kernes der Atome gewidmet war, wurde durch einen ausführlichen zusammenfassenden Bericht eingeleitet:

W. Bothe, Heidelberg: Arten und Wege der künstlichen Atomumwandlung. Der Kern besteht aus Protonen (dem Massenkern des Wasserstoffatoms) und Neutronen[3]). Der Kerndurchmesser hat etwa 10^{-4} der Elektronenhülle. Durch Beschießen mit Protonen, α-Teilchen, γ-Strahlen, Neutronen und den Kernen des schweren Wasserstoffs gelang es, eine große Zahl von Elementen umzuwandeln, wobei auch Trans-Urane, künstlich radioaktive Elemente, wie Aluminium, Magnesium, Natrium und Isotope vom Wasserstoff mit der Masse 3 und solche von Helium mit der Masse 2 + 3, erzeugt wurden. Die Kernbestandteile sind austauschbar, bei Anlagerungen am Atomkern wird die Bindungsenergie als γ-Strahl bemerkbar.

Weiter seien noch erwähnt: **O. Haxel**, Tübingen: Das Protonenspektrum der Elemente Magnesium, Silizium und Schwefel bei Beschießung mit raschen α-Strahlen, und **R. Fleischmann**, Heidelberg: Erzeugung von sekundärer γ-Strahlung durch Neutronen.

H. Teichmann, Dresden: Über ein einfaches Relais für Greinachersche Funkenzähler (mit Vorführung). Statt der hydrodynamischen Vorrichtung wird die elektrostatische Kraft zwischen einer Kontaktfeder und einer Metallfläche als Relais ausgenutzt. Bei Spannungen über 2 kV schließt das Relais und öffnet z. B. beim Funkenübergang. Durch Vorwiderstand und Parallelkapazität wird die Zeitkonstante des elektrischen Kreises der Eigenschwingung der Kontaktfeder angeglichen.

Grundsätzliches zum Verständnis der Kernphysik brachte in sehr ansprechender Weise und Form der zusammenfassende Vortrag:

C. F. von Weizsäcker, Leipzig: Die für den Bau des Atomkerns maßgebenden Kräfte. Die Annahme Heisenbergs, daß die Atomkerne aus Protonen und Neutronen bestehen, aber keine Elektronen als Bausteine enthalten, erscheint bestätigt. Als wichtigste Aufgabe gilt es, die Wechselwirkungskräfte zwischen den Bestandteilen der Atomkerne kennenzulernen, also zwischen den Protonen und Neutronen und den Protonen allein und den Neutronen allein. Wege zur Kenntnis der Kernkräfte wurden gewiesen. Kerne mit geraden Teilchenzahlen erweisen sich als ausgezeichnet stabil, so ist z. B. das α-Teilchen das stabilste Gebilde — im Kern können aber α-Teilchen nicht ohne weiteres bestehen —, während Kerne mit einer ungeraden Zahl von Protonen und Neutronen sich als wenig stabil erweisen, wie z. B. das schwere Wasserstoffatom H^2. Bisher ist als Höchstzahl für Protonen und Neutronen je 7 gefunden.

[3]) Vgl. hierzu ETZ 56 (1935) H. 37, S. 1017.

A. Trost, Stuttgart: Untersuchungen an Zählrohren mit der Braunschen Röhre (mit Vorführungen). Impulsform und Glimmzeit von Zählrohren wurden bestimmt. Letztere beträgt etwa 10 ms. Beimengungen sind von großem Einfluß, am günstigsten verhielt sich Alkohol.

III. Hauptthema: Mechanische Schwingungen einschließlich Lärmbekämpfung.

Der Abschnitt über Lärmbekämpfung wurde eingeleitet durch einen zusammenfassenden Bericht mit einer Fülle bemerkenswerter Versuche:

K. W. Wagner, Berlin: Physikalische Grundlagen und neueste Ergebnisse der Lärmbekämpfung. Nach einem Hinweis auf die gesundheitlichen Schädigungen durch Lärm wurden die für eine Lärmmessung erforderlichen Bestimmungsgrößen angegeben: Lautstärke, spektrale Verteilung, allgemeiner Pegel, Rhythmus, subjektive Empfindlichkeit. Im Anschluß an die Richtlinien der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurden verschiedene Geräuschmesser vorgeführt. Die Behandlung der Gesichtspunkte für Lärmabwehr erstreckte sich auf Straßenlärm, Wohnlärm und Betriebslärm.

Erwin Meyer, Berlin: Die Mehrfachwand als mechanisch-akustische Drosselkette. Schaltet man mehrere Wände durch Luftschichten getrennt hintereinander, dann kann die Wand als Masse und die Luftschicht als Elastizität aufgefaßt werden. Man erhält eine Drosselkette, die Schwingungen oberhalb einer berechenbaren Grenzfrequenz sehr stark dämpft, wenn Schwingungen der Luft senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung durch Einbringen einer losen Watteschicht usw. vermieden werden.

H. J. von Braunmühl, Berlin: Neuere raum- und bauakustische Lösungen bei Rundfunkbauten. Um die Schallübertragung von Raum zu Raum so niedrig wie möglich zu halten, wurden Fußboden, Wände und Decken mit elastischen Zwischenlagen an die normalgebauten Bauteile angehängt. Die Wände usw. bestanden aus mit Zement verputztem Streckmetall. Die Schalldämpfung konnte so um 30 db vermehrt werden. Um in Senderäumen keinen dumpfen Schalleindruck hervorzurufen, wurde eine mit der Frequenz ansteigende Nachhallzeit durch Watte mit Wachstuchverkleidung geschaffen. Durch Einbau von 24 auf der Innenseite mit Absorptionsstoffen verkleideten Klappen konnte durch stückweises Umlegen der Klappen die Nachhallzeit beliebig eingestellt werden.

E. Lübcke, Berlin: Geräuschbildung und Geräuschminderung bei elektrischer Energieumsetzung. Die Mittel zur Untersuchung und Festlegung der Geräuschursache sind Ausmessen des Schallfeldes und Geräuschanalysen. An Beispielen wurden Sirenengeräusche, magnetische Geräusche und Luftraumschwingungen behandelt. Die Berechnung der äquivalenten Schalleistung einer Maschine führt zu dem Ausbreitungsgesetz der Geräusche. Unter der Annahme vorherrschenden Luftgeräusches werden der Geräuschleistungsgrad und die Gesetzmäßigkeiten angegeben, nach denen sich die Lautstärke einer Maschine vorgegebener Leistung und Drehzahl in beliebiger Entfernung bestimmen läßt.

C. A. Hartmann und **W. Janovsky**, Berlin: Verständigung in geräuschvollen Räumen. Die Silbenverständlichkeit ist sehr von der Raumlautstärke abhängig. Die Verständlichkeitsmessungen wurden in

Räumen mit Geräuschpegeln von 60 bis 106 Phon vorgenommen. Dabei zeigte es sich, daß die Silbenverständlichkeit und Abhängigkeit von der Wiedergabelautstärke ein Maximum durchläuft, das mit steigender Pegellautstärke immer kleiner wird. Es ist also sehr wesentlich, die Wiedergabelautstärke innerhalb dieses schmalen Bereiches zu halten.

K. Krüger und **W. Willms**, Berlin: Versuche zur Verbesserung von Telephonieanlagen für geräuscherfüllte Räume. Nachteile des Berührungsmikrophones sind, daß es keine Flüstersprache überträgt und daß die Formanten an Kehlkopf und Wange fehlen. Vorteile besitzt ein elektrodynamisches Berührungsmikrophon. Beim Sprechen aus geräuscherfüllten Räumen sind Luftschallmikrophone wegen des auftretenden Verdeckungseffektes wenig geeignet. Beim Hören in geräuscherfüllten Räumen nützt eine Abschirmung des Ohres durch Kappen nur für die hohen Frequenzen.

Im Abschnitt über die mechanischen Schwingungen, der von zwei zusammenfassenden Berichten der Herren A. Thum, Darmstadt, und K. Klotter, Karlsruhe, eingeleitet wurde, sprachen u. a.:

H. Bausch, Stuttgart: Fahrbahn- und Gebäudeerschütterungen. Bei Erschütterungen tiefer Frequenz werden Beschleunigungen über 15 cm/s² als lästig empfunden. Um diesen Wert in Häusern nicht zu überschreiten, müßte die Fahrbahn mindestens 12 m Abstand haben. Durch Einschalten eines Grabens geht die Senkrechtkomponente auf die Hälfte zurück.

G. Buchmann, Berlin: Zur Entstehung des Quietschgeräusches bei Bremsen. Bei langsamer Drehung der Bremstrommel wird beim Vorhandensein einer Flüssigkeitsschicht zwischen Bremsbelag und Trommel durch Änderung der Reibungskräfte die Trommel zu Schwingungen ähnlich denen einer Glocke angeregt.

E. Meyer und **W. Böhm**, Berlin: Elektrodynamische Erschütterungsmeßgeräte zur Bestimmung von Ausschlag, Schnelle und Beschleunigung. Um Einschwingvorgänge sicher erfassen zu können, wird ein auf 1 Hz abgestimmtes Schwingungsgebilde mit elektrodynamischem System benutzt. Als Maß für die Erschütterung wird die Schnelle gewählt; Beschleunigung und Ausschlag kennzeichnen die Energie weniger. Die Hauptfrequenz läßt sich an einem Zeigerinstrument ablesen.

Außer den vorgenannten Vorträgen, welche sich den Hauptthemen eingliedern, verteilten sich über 50 Vorträge noch auf Parallelsitzungen. Auch an den Abenden fanden noch Vorträge und Besprechungen in größeren und kleineren Kreisen statt. Die Vorträge betrafen hauptsächlich Gegenstände der Akustik, Gasentladung, Hochfrequenz, Spektraluntersuchung, Röntgeninterferenzen und Elektronenoptik.

Im Rahmen einer Sondersitzung sprachen:

A. Sommerfeld, München: Über die Dimensionen der elektromagnetischen Größen. Zu den drei mechanischen Einheiten cm, g, s soll noch eine vierte, davon unabhängige elektrische Größe, am besten wohl die Ladung, eingeführt werden. Damit entfiele die jetzt künstliche Dimensionierung der elektrischen und magnetischen Größen.

F. Emde, Stuttgart: Über die beabsichtigte Änderung der elektrischen Einheiten. Es besteht die Absicht, die elektrischen Maßeinheiten so abzuändern, daß ihre zahlenmäßige Beziehung zum elektromagnetischen Maßsystem streng in der ursprünglich geplanten Weise wieder hergestellt wird, daß also z. B. 1 Volt · 1 Ampere genau gleich 10^7 erg würde. Ein solcher Beschluß erscheint mit Rücksicht auf die schwerwiegenden Folgen für die Präzisionsmeßtechnik nicht ratsam.

Die Mehrzahl der Vorträge aus dem Gebiete der Akustik war den Ausgleichsvorgängen gewidmet.

E. Freystedt, Berlin: Das „Tonfrequenz-Spektrometer", ein Frequenzanalysator mit extrem hoher Analysiergeschwindigkeit und unmittelbar sichtbarem Spektrum. Die zu analysierende Spannung wird einer Anzahl Bandfiltern gleichzeitig zugeführt, die im Bereich von 30 bis 5000 Hz ein Frequenzband von je ⅓ Oktave durchlassen. Über Gleichrichter wird von jedem Filter ein Kondensator aufgeladen, dessen Spannung mit einem umlaufenden Schalter alle 0,1 s abgetastet und einer Braunschen Röhre zugeführt wird. Man erhält auf dem Schirm ein stehendes Klangspektrum. So wurden gesprochene Worte und Geräusche mit einer Schmalfilmkamera aufgenommen und vorgeführt.

F. Trendelenburg, Berlin (nach Versuchen gemeinsam mit **E. Franz**): Untersuchungen an schnellveränderlichen Schallvorgängen. Die Trennung von periodischen und unperiodischen Vorgängen, das Studium des Verhaltens der Grund-, Obertöne und Formanten bei Einschwingvorgängen gelingt in sehr anschaulicher Weise durch Einschalten von Oktavsieben. Daß der zeitliche Verlauf im Einsatz und den einzelnen Oktaven für Sprachlaute und Musikklänge das Kennzeichnende wiedergeben, wird gezeigt.

O. Vierling, Berlin: Verzerrungen der Schwingungen und Klangfarbe von Musikinstrumenten. Bei den mechanischen Musikinstrumenten ist die kennzeichnende Klangfarbe von dem zeitlichen Verlauf der Schwingungen abhängig. Will man z. B. Saitenschwingungen für elektrische Musikinstrumente benutzen, kann man unter Ausnutzung dieser Erkenntnisse die altbekannten Klangfarben hervorrufen oder bewußt zu ganz neuartigen übergehen.

H. Lichte, Berlin: Die Hörbarkeit von Knacken und kurzdauernden Tönen. Das Ohr wird als linearer, abgestimmter Empfänger im aperiodischen Grenzzustand entsprechend den Kurven gleicher Lautstärke aufgefaßt, der auf einen Effektivwertanzeiger mit einer Zeitkonstanten von etwa 50 ms einwirkt. Es ergibt sich dann für Knacke eine Lautstärkeabhängigkeit, wie sie von U. Steudel empirisch aufgestellt war. Aus diesen Beziehungen ergeben sich Gesetzmäßigkeiten für die Erkennbarkeit eines Tones aus der Zahl seiner Perioden.

W. Bürck, Berlin: Ausgleichsvorgänge in elektroakustischen Übertragungsanlagen. Mit einem Übertragungssystem mit einer Mehrzahl von Resonanzspitzen lassen sich die Ausgleichsvorgänge für die einzelnen Frequenzen bestimmen. Sie können elektrisch die in Hallräumen beobachteten akustischen Ausgleichsvorgänge nachbilden. So werden auch Einschwingvorgänge von Lautsprechern untersucht. Hierbei stellen sich die Einbrüche in der Frequenzkurve störender als die Spitze heraus.

P. Kotowski, Berlin: Hörbarkeit von Regelvorgängen in dynamikgeregelten Verstärkern. Da die Höhe der Dynamik einer Schallaufzeichnung ein bestimmtes Mehrfaches des Geräusches nicht überschreiten kann, werden kleine Amplituden, die sonst unter Störspannung sinken würden, für die Übertragung hochgeregelt. Im Anschluß an die physiologische Einschwingzeit des Ohres ergibt sich die Einregelzeit zu 0,3 ms. Die Herabregelung soll mit der Erholung des Ohres von 65 ms Dauer übereinstimmen. Sie kann zu nichtlinearen Verzerrungen führen.

Aus der Reihe der Vorträge über Gasentladungen seien aus Platzmangel nur folgende genannt:

W. Koch, Berlin: Über Sondenmessungen in zeitlich veränderlichen Entladungen. Bei Wechselstrombögen in Quecksilberdampf werden Sondenmessungen nach dem Langmuirschen Verfahren mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen durchgeführt. Es gelingt so, den Verlauf der Entionisierung innerhalb einer Zeit von 10^{-4} s zu verfolgen.

E. Flegler und **H. Raether**, München: Untersuchung von Gasentladungsvorgängen in der Nebelkammer. Wanderwellen von 0 bis $2 \cdot 10^{-7}$ s Dauer werden an Elektroden in der Nebelkammer gelegt. Die sich bildenden Entladungskanäle haben je nach der Polarität verschiedene Längen, die positiven sind die längeren. Der Durchbruchkanal kann von der Kathode oder beiden Elektroden ausgehen. Beim Auftreten von Nebelspuren wurde stets ein Leuchten, wenn auch nur ein schwaches, beobachtet.

M. Knoll, Berlin: Gleichgewichtspotential einer isolierten Platte im Hochvakuum bei Beschießung mit Elektronen. Aus Untersuchungen der Sekundäremission von verschiedenen Me-

tallen wurde ein Verfahren zur Sichtbarmachung der Sekundäremission ähnlich dem Fernsehen entwickelt. Der abtastende Elektronenstrahl läuft synchron mit dem Strahl einer Braunschen Röhre, dessen Intensität durch die Sekundärstrahlung gesteuert wird. So lassen sich Stoffunterschiede, Unterschiede in der Oberflächenbearbeitung und -gestaltung herausarbeiten, die zur Abbildung der Sekundäremission an Glasfluß-Einschmelzungen führten.

P. Selényi, Budapest: Methoden und Ergebnisse des elektrostatischen Aufzeichnungsverfahrens (Elektrographie)[4].

[4]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 961.

P. Drewell, Berlin: Über Erzeugung und Anwendung kurzer Stromstöße mittels Röhrenschaltung (mit Vorführung). Mit wasserstoffgefüllten Entladungsröhren werden Stromstöße großer Intensität erzeugt, welche für stroboskopische Zwecke und zur Erregung eines Induktoriums beim Netzanschluß gut geeignet sind.

Einige Vorträge betrafen die Elektronenoptik; den Beschluß bildete eine Reihe von Berichten über hochfrequente Schwingungen, ihre Übertragung durch Kabel und das Verhalten von Isolierstoffen bei Hochfrequenz.

E. Lübcke, Berlin.

Zuckerschleudern.

621. 34 : 664. 1

Händende Schleudern mit oben auf das Traggerüst aufgebautem Antriebsmotor benötigen beim Anlauf eine hohe Leistung, um die großen Schwungmassen in der gewünschten Zeit zu beschleunigen[1]). Während des eigentlichen Schleudervorganges ist bei voller Drehzahl nur die Luft- und Lagerreibung zu überwinden. Die Schleuderleistung beträgt daher nur einen geringen Bruchteil der Anlaufleistung. Die sonst übliche Angabe der Dauerleistung für den Antriebsmotor ist daher hier nicht möglich, denn er läuft ja nie im Dauerbetrieb. Man muß vielmehr aus der Spielzahl je Stunde, Schwungmoment und Anlaufzeit die Anlaufleistung und die mittlere quadratische Leistung berechnen, die zum Antrieb der Schleuder notwendig sind. Nach diesen Werten muß ein Motor ausgewählt werden. Auch die Art der verwendeten Kupplung (schlupflos oder beweglich) ist für die Bemessung des Motors wichtig. Bei Schleudern, die während des Laufes gefüllt werden, ist zu beachten, daß die Füllmasse nur bei einer bestimmten für diese günstigsten Drehzahl ordnungsgemäß in die Schleuder eingegeben werden kann. Wird daher das Motordrehmoment zu hoch gewählt, so wird im Anlauf diese Fülldrehzahl zu schnell

Abb. 1. Stromaufnahme, Motor- und Schleuderdrehzahl ohne und mit Füllwiderstand eines schleifringlosen Schleudermotors mit Klotzkupplung.

durchlaufen (Abb. 1, Linie b). Diese Fülldrehzahl kann mit einem Füllwiderstand einwandfrei eingehalten werden, der sich mit gleichem Erfolg bei Schleifringläufer- und schleifringlosen Motoren wie auch bei schlupfloser und beweglicher Kupplung verwenden läßt.

Die auf Grund von Meßergebnissen ermittelten Drehzahlen und Stromstärken für einen schleifringlosen Motor mit beweglicher Kupplung ohne Füllwiderstand zeigen die Schaulinien *a*, *b* und *c* der Abb. 1. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Motordrehzahl *a* infolge Schleifens der Kupplung im Anlauf höher liegt, als die Schleuderdrehzahl *b*, da die Kupplung bei etwa 400 U/min eingreift und nun Motor und Schleuder gleichzeitig hochlaufen. Der Strom *c* klingt während des Anlaufes von der Einschaltspitze gleichmäßig auf einen geringen, der Leistung zur Überwindung der Luft- und Lagerreibung entsprechenden Wert ab. Die strichpunktierten Schaulinien (a_1, b_1, c_1) gelten für den gleichen Motor bei Verwendung eines einphasigen Ständerwiderstandes. Der Motor wird zunächst normal ohne Widerstand angelassen. Nach 20 s wird der Widerstand in eine Phase gelegt. Der Strom c_1 in dieser Phase und dementsprechend das Drehmoment des Motors sinkt ab. Gleichzeitig sinkt die Motordrehzahl a_1 und es wird erreicht, daß die Schleuderdrehzahl b_1 auf dem für die Füllung günstigsten Wert von etwa 200 U/min verharrt. Die Füllmasse kann also ordnungsgemäß eingegeben werden. Nach Kurzschließen des Widerstandes geht der weitere Hochlauf, wie sonst üblich, vor sich. Der schleifringlose Kurzschluß- bzw. Doppelnutmotor entspricht durch Einfachheit des Aufbaues, der Bedienung und der Wartung den hier vorliegenden rauhen Betriebsbedingungen am besten. Für Nach- und Mittelproduktschleudern sollte man daher, wenn nicht ganz besondere Gründe dagegen sprechen, schleifringlose Motoren bevorzugen. Auch für Hochleistungsschleudern wurden schleifringlose Doppelnutläufer-Motoren in mehreren Anlagen mit gutem Erfolg genommen. Daneben werden auch Motoren mit

Abb. 2. Hochleistungsschleuder mit Regel-Schleifringläufermotor für vollselbsttätigen Betrieb einschl. elektrischer und mechanischer Bremsung.

Schleifringläufer als Antrieb verwendet; die Abb. 2 stellt eine Schleuder für 30 Spiele dar, die mit einem regelbaren Schleifringläufer-Motor für vollselbsttätigen Betrieb ausgeführt wurde einschließlich Schlupf- Füll- und Bremswiderstand für elektrische Bremsung, mit einer zusätzlichen mechanischen Bremse, die selbsttätig von einem Elektroantrieb betätigt wird. In Verbindung mit einem Kommandoschalter und einem Zeitrelais kann der Antrieb nach Beendigung der Füllung durch Schließen des Füllschiebers vollkommen sich selbst überlassen bleiben. Die Schleuder läuft selbsttätig hoch, schleudert aus, wird elektrisch und im Anschluß daran mechanisch bis zum Stillstand gebremst, entleert sich selbst und ist nach Einstellung des Kommandoschalters auf „Bremse lösen" für das neue Arbeitsspiel bereit. *Sb.*

[1]) W. Buch, AEG-Mitt. (1935) S. 406.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 1. 015. 34 : 551. 59 (7) **Amerikanische Gewitteruntersuchungen an Hochspannungsleitungen**[1]. — W. W. Lewis und C. M. Foust haben, wie bisher in jedem Jahr, nunmehr den fünften Bericht über ihre Gewitteruntersuchungen an 220-, 132- und 110 kV-Freileitungen veröffentlicht, der auch wegen seiner guten Übereinstimmung mit den deutschen Untersuchungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen[2]) Beachtung verdient. Mit Stahlstäbchen sind Blitzstromstärken in Freileitungsmasten bis 100 kA gemessen worden, jedoch liegen nur etwa 10 % aller gemessenen Ströme über 60 kA. (Diese Werte decken sich völlig mit den entsprechenden deutschen Ergebnissen.) Da bei den Leitungen mit Erdseil keine Stahlstäbchen an den Erdseilen eingebaut waren (wie dies in Deutschland mit großem Erfolg geschehen ist), können die Stromstärken im Blitzkanal nur geschätzt werden. Sie werden zwischen 2,5 und 200 kA angenommen, davon nur 20 % über 65 kA. Bemerkenswert ist, daß man zur Untersuchung der Wirkung von Bodenseilen (die in Amerika in den letzten Jahren bevorzugt zur Verbesserung schlechter Masterdungswiderstände verlegt worden sind) an diesen in etwa 30, 60 und 90 m Abstand vom Mastfuß Stahlstäbchen eingebaut hat, die eine allmähliche Abnahme der Stromstärke mit zunehmender Entfernung vom Mastfuß ergeben müßten. Ergebnisse scheinen aber noch nicht vorzuliegen. Das außerordentlich starke Überwiegen der Blitzschläge in Leitungsanlagen aus negativen Wolkenteilen, das in einem gewissen Widerspruch zu der von anderen Seiten festgestellten Verteilung der „negativen" und „positiven" Blitzschläge steht, wird damit erklärt, daß das Leitungsgebilde als Ganzes über der Erde wie eine vorgeschobene positiv geladene Elektrode wirkt. Bei der Besprechung einiger Beispiele von Blitzeinschlägen wird nach einem Kathodenstrahloszillogramm der Überspannung bei einem unmittelbaren Einschlag in einen Leiter für den Anstieg des Blitzstromes die Formel $i = 0{,}3\,e^{0{,}8\,t}$ angegeben, in der i der Strom in kA und t die Zeit in µs ist. Danach würde der Scheitelwert einer Stromstärke von 200 kA in etwa 8 µs erreicht werden. (Es handelt sich hier aber um eine reine Annahme, die allein durch wirkliche Stromoszillogramme bestätigt werden könnte.)

An einzelnen Masten sind auch die Spannungen längs des Mastes bei Blitzstromdurchgängen gemessen worden. Dabei hat man Werte zwischen 1 und etwa 50 kV erhalten. Spannungen dieser Größe würden bei stromstarken Einschlägen in Masten mit ungünstig hohen Erdungswiderständen gegenüber den sehr hohen Spannungen, die dabei der Mastkopf gegen Erde annimmt, keine Rolle spielen. Über die Wirkung der Bodenseile sind keine besonders bemerkenswerten Feststellungen gemacht worden. Es wird angegeben, daß bei einer 220 kV-Leitung an Masten mit über 80 Ω Widerstand vor Verlegung von Bodenseilen rückwärtige Überschläge vorgekommen sind, nachher aber nicht mehr, obwohl nach den Stahlstäbchenmessungen ziemlich hohe Stromstärken in den Masten abgeflossen sind. (Auch das stimmt gut mit den entsprechenden deutschen Meßergebnissen überein.) Über die Schutzwirkung von Erdseilen werden Angaben nur auf Grund der an zwei verschiedenen Leitungen vorgekommenen Einschläge in einzelne Leiterseile gemacht. Aus ihnen ergibt sich, daß Erdseile eine ausgezeichnete Schutzwirkung haben. Bei einer Einfachleitung mit waagerecht angeordneten Leiterseilen werden zwei Erdseile zwischen den Leiterseilen und 3 bis 6 m darüber, bei Doppelleitungen ebenfalls zwei Erdseile 3 bis 4,5 m über den Leiterseilen für zweckmäßig erachtet. Niedrige Masterdungswiderstände sind außerdem Voraussetzung. Für die 220 kV-Leitung werden 12 Ω, für die 132 kV-Leitung 7 Ω als höchstzulässig angegeben[3]). [W. W. Lewis u. C. M. Foust, Electr. Engng. 54 (1935) S. 934.] *Gd.*

[1]) Vgl. hierzu ETZ 56 (1935) S. 108.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536. Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 265. ETZ 56 (1935) S. 475.
[3]) Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 454.

551. 59. 006. 2 (73) **Gewitterbeobachtungsstelle in Pittsfield.** — Die General Electric hat auf ihrem größten Gebäude in Pittsfield eine Gewitterbeobachtungsstelle eingerichtet, die wegen ihrer Anlage und Ausrüstung bemerkenswert ist. Die Beobachtungsstelle von etwa 4,3 m Dmr. hat rundum Glasfenster; sie ist außen mit Aluminium beschlagen und innen mattschwarz gestrichen. Durch schwarze Vorhänge kann innen ein Raum von rd. 2 m · 2 m vollkommen verdunkelt werden. In dieser Dunkelkammer befindet sich das Okular eines Sehrohres, das über das Dach hinausragt. Über dem Objektiv sitzt eine silberverspiegelte Kristallglaskugel von 20 cm Dmr., in der alle Blitze in einem Umkreis bis zu 30 km Entfernung sichtbar werden. (Anm. des Berichters: Eine verspiegelte Glaskugel ist zu dem gleichen Zweck auch schon in der Gewitterbeobachtungsanlage der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Wünsdorf bei Zossen vor Jahren verwendet worden. Auch gibt es Lichtbildaufnahmegeräte mit so großem Bildwinkel, daß man mit ihnen die Wolkendecke ringsum bis fast zum Gesichtskreis in einer Aufnahme erfaßt.) Weiter ist ein Lichtbildaufnahmegerät mit 12 auf den Umfang verteilten Linsen vorhanden, in dem ein motorangetriebenes Filmband umläuft. Auf diese Weise können von allen in der Umgegend niedergehenden Blitzen auseinandergezogene Aufnahmen erhalten werden, die hauptsächlich zur Erforschung von Mehrfachblitzen dienen sollen. Das Aufnahmegerät ist durch einen umgelegten Ring, aus dem Preßluft entströmt, vor dem Auftreffen von Regentropfen geschützt. Die Beobachtungsstelle ist gegen unmittelbare Blitzeinschläge durch Blitzableiter und gute Erdung geschützt. Weitere Beobachtungsgeräte sollen eingebaut werden. Die Anlage soll gesicherte Unterlagen über natürliche Blitze und damit weitere Anhaltspunkte für Gewitterschutzmaßnahmen und für die künstliche Nachbildung von Blitzentladungen geben. [A. Smith, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 441.] *Gd.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 38. 082. 6 **Fehlerfreie thermische Leistungsmesser.** — Wenn die Leistung bei Wechselstrom mit dem Dynamometer nicht mehr gemessen werden kann, weil ihr Betrag zu klein, die Frequenz zu groß oder ungewöhnlich niedrig (Schlupffrequenz) ist, kommt der unmittelbar

r_1, r_2 Heizdrähte, je mit dem Widerstand r

Abb. 1. Drei Schaltungen für fehlerfreie Leistungsmessung; links Netz, rechts Verbraucher.

anzeigende thermische Leistungsmesser zu seinem Recht. Seine Wirkung beruht auf der folgenden Überlegung, die erstmals von Bauch[1]) im Hitzdrahtwattmeter nutzbringend verwertet wurde: Durch eine geeignete Schaltung sei dafür gesorgt, daß die Heizströme i_1 und i_2 zweier Thermoelemente mit der Verbraucherspannung u und dem Verbraucherstrom i durch die Beziehungen

$$i_1 = c_1 u + c_2 i; \quad i_2 = c_1 u - c_2 i \tag{1}$$

verknüpft sind. Dann liefern bekanntlich die beiden einander entgegengeschalteten Thermoelemente für das Drehspulmeßgerät eine der Leistung proportionale Spannung. — Bei den bisher gebrauchten Anordnungen sind aber die Gl. (1) nur annähernd erfüllt[2]). Die Messung ist mit einem Fehler behaftet, der u. U. zu lästigen Berich-

[1]) ETZ 24 (1903) S. 530.
[2]) G. Zickner u. G. Pfestorf, ETZ 51 (1930) S. 1681.

tigungen nötigt und insbesondere die Ausnutzung hoher Empfindlichkeit vereitelt. W. Bader entwickelt nun drei Schaltungen, Abb. 1, welche die Voraussetzungen für fehlerfreie Leistungsmessung in Strenge erfüllen. Man überzeugt sich leicht, daß im Sinne der Forderungen (1) die beiden Heizdrähte im Leerlauf ($i = 0$) gleiche und gleichgerichtete, im Kurzschluß ($u = 0$) gleiche, aber entgegengerichtete Ströme führen, wenn man $r_1 = r_2$ voraussetzt. Aber auch bei ungleichen Thermoketten ist fehlerlose Leistungsmessung möglich. An Stelle der beiden Thermoketten kann jede andere Einrichtung benutzt werden, die eine dem Stromquadrat proportionale Wirkung auslöst. Vertauscht man in Abb. 1 den Verbraucher mit dem Netz, so wird dessen Leistungsabgabe fehlerfrei ermittelt.

Eine ausführliche Untersuchung über Meßbereich, Empfindlichkeit und Eigenverbrauch liefert für Meß- und Heizdrahtwiderstände günstigste Werte und beantwortet die Frage nach der kleinsten noch nachweisbaren Leistung. Spannungs- und Strommeßbereiche können vielfach umgeschaltet werden. Mit den beiden Heizdrähten kann man nach Umschalten auch Spannung und Strom messen, ohne daß die äußeren Eigenschaften der Meßschaltung (des Vierpols) angetastet werden, so daß entgegen bisherigem Verfahren dem Prüfling immer die nämliche Spannung zugeführt wird und die gemessenen Werte von Leistung, Spannung und Strom wirklich aufeinander bezogen werden dürfen. Weiterhin wird die Frage aufgeworfen, ob mit zwei Heizdrähten, einem besonderen Spannungs- und Strommesser die für den Verbraucher oder das Netz gültigen Werte von Leistung, Spannung und Strom in einer einzigen Meßschaltung gleichzeitig und fehlerfrei sich ermitteln lassen; aus der Fülle möglicher Lösungen der gestellten Aufgabe wird ein Beispiel herausgegriffen[1]). Die theoretischen Entwicklungen werden durch Versuche belegt. Der Vollausschlag eines Lichtmarkengalvanometers wird bei einem, den bisherigen Schaltungen ganz unzugänglichen Meßbereich von 1 V, 60 mA, $\cos\varphi = 1$, also 60 mW, erzielt. [W. Bader, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 807.]

621. 317. 39. 082. 61 : 621. 317. 088 **Feuchtigkeitseinfluß bei Hitzdrahtmessungen.** — Gas- bzw. Windgeschwindigkeiten kann man bekanntlich dadurch elektrisch messen, daß man die Abkühlung eines stromdurchflossenen Drahtes aus seiner Widerstandsänderung bestimmt. Nach Untersuchungen von W. Paeschke hat die relative Luftfeuchtigkeit einen Einfluß auf die Messung, und zwar ist der Wärmeverlust des Hitzdrahtes um rd. 2 % höher, wenn die relative Feuchtigkeit um 50 % steigt. [W. Paeschke, Physik. Z. 36 (1935) S. 564.] *Br.*

621. 317. 723 **Ein transportables Quadrantelektrometer.** — J. Frank beschreibt ein Instrument, das seinem Aufbau, seinen Schaltungsmöglichkeiten sowie der objektiven Ablesung nach zu den Quadrantelektrometern, seiner Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten nach aber zu den Saitenelektrometern zu rechnen ist. Die Quadranten sind einfache Stäbe von einigen Zentimeter Länge, 1 mm Dicke und einem diagonalen Abstand von etwa 10 mm. Das Meßsystem ist ein Aluminiumblättchen von 4 cm Länge, 6 bis 7 mm Breite und 3 μ Dicke, dessen Längsachse mit der Aufhängung zusammenfällt. Das Blättchen ist oben mit einem Platindraht von 10 μ Dmr., unten mit einem dünnen Kokonfaden an einer Blattfeder befestigt. In das Blättchen ist ein Spiegel von 3 · 5 mm eingebaut. Die Kapazität ist derjenigen der Saiteninstrumente vergleichbar; die Schwingungsdauer ist etwa 0,2 s, das Dämpfungsverhältnis ist 2 bis 3. Das Instrument kann ohne weiteres um 180° gekippt werden; es braucht für den Transport weder arretiert noch nach der Aufstellung neu eingestellt zu werden. [J. Frank, Physik. Z. 36 (1935) S. 647.] *Br.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 84 **Rundfunk mit unsymmetrischen Seitenbändern.** — Die gegenwärtigen Rundfunkempfangsverhältnisse in Europa stehen im Zeichen der großen Leistungen und des geringen Frequenzabstandes der Sender. Sie sind vom Standpunkt einer hohen Wiedergabegüte aus recht ungünstig, besonders nach Einbruch der Dunkelheit, wenn die Raumwellen auftreten. Infolge der Überlappung der Seitenbänder ist die Gefahr einer Beeinträchtigung des Empfangs durch frequenzbenachbarte Sender gegeben. Um sie zu vermeiden, ist man häufig gezwungen, im Empfänger das wiedergegebene Niederfrequenzband am oberen Ende stark zu beschneiden. Damit wird die Güte der Wiedergabe natürlich herabgesetzt. Das Bedürfnis, hier Abhilfe zu schaffen, hält Eckersley unbedingt für vorliegend. Er glaubt daran, daß der Durchschnittshörer einen größeren Genuß am Rundfunk haben würde, wenn die Wiedergabe, wie sie heute üblich ist, verbessert würde. Eine Möglichkeit, ohne Herabsetzung der Zahl oder der Leistung der vorhandenen Sender weiterzukommen, sieht er in der Anwendung unsymmetrischer Seitenbänder bei den Sendern. In diesem Fall läßt sich auch die Forderung erfüllen, die bei jedem Eingriff in die bisherige Sendetechnik gestellt werden muß, daß der Empfang mit den vorhandenen Empfängern nicht verschlechtert wird.

Am naheliegendsten ist es, die Überlappung der Seitenbänder frequenzbenachbarter Sender unter Beibehaltung des Frequenzabstandes der Trägerwellen ganz zu vermeiden oder einzuschränken, indem man eines der bei der Modulation entstehenden beiden Seitenbänder unterdrückt. Hierbei würden nun nach Ansicht von Eckersley am Sender verschiedene Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Natur auftreten. Um diese zu umgehen, schägt er ein Verfahren vor, bei dem ein mehr oder weniger großer Teil des einen Seitenbandes, das den höheren Modulationsfrequenzen entspricht, ganz und der übrige Teil nur teilweise unterdrückt wird. Auf diese Weise sollen sich sowohl lineare als auch nichtlineare Verzerrungen der Modulation im gewünschten Übertragungsbereich weitgehend vermeiden lassen. Ferner soll sich dieses Verfahren nicht nur bei Vorstufenmodulation („Modulation bei kleiner Leistung"), sondern auch bei Endstufenmodulation („Modulation bei großer Leistung") anwenden lassen. Es wurden Abhörversuche angestellt, bei denen im Empfänger das eine Seitenband eines normal modulierten Senders in der vorgeschlagenen Weise beschnitten wurde, unter Beibehaltung des ursprünglichen Modulationsgrades von max. 100 %. Sie haben ergeben, daß mit dem Ohr kein Unterschied gegen normale Modulation wahrzunehmen war. Die Vorteile, die die Annahme des Vorschlages von Eckersley bringen würde, sind, daß trotz Beibehaltung des bisherigen Frequenzabstandes der Träger und trotz Übertragung eines breiten Niederfrequenzbandes die Überlappungen der Seitenbänder frequenzbenachbarter Sender weitgehend vermieden und die Vorbedingungen für hohe Güte der Wiedergabe am Empfänger verbessert werden. [P. P. Eckersley, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 517.] *H. Bkm.*

621. 397. 26 : 621. 395. 625 **Rundfunkheimdrucker.** — Drei verschiedenartige Bildgeräte werden beschrieben, in denen die Aufzeichnung der Helligkeitswerte auf verschiedene Weise erfolgt. In dem Gerät von C. J. Young wird mittels einer Schreibspirale ähnlich wie bei dem Hellschreiber[1]) dünnes Kohlepapier gegen ein Blatt Schreibpapier gedrückt. Durch mehr oder weniger starken Druck können verschiedene Tönungen wiedergegeben werden, so daß neben reinen Schwarzweißbildern auch Halbtonbilder aufgenommen werden können. In dem Gerät von Fulton wird imprägniertes Papier unter dem Einfluß des Stromes elektrochemisch verändert. Da die elektrochemische Wirkung der Stromstärke proportional ist, soll auch nach diesem Verfahren die Aufnahme von Halbtonbildern möglich sein. Mit dem Gerät von I. V. L Hogan, in dem zur Aufzeichnung eine Feder verwendet wird, gelingt dagegen nur die Aufnahme von Schwarzweißbildern. Die Synchronisierung der Geräte erfolgt entweder vom Starkstromnetz oder mittels Synchronisierimpulsen, die zusammen mit dem Bildstrom zum Empfänger übertragen werden. Die Geräte sollen als Rundfunkheimdrucker insbesondere nachts verwendet werden und hierbei einen doppelten Zweck erfüllen. Erstens sollen die Rundfunksender, die nachts völlig brachliegen, auf diese Weise besser ausgenutzt werden. Zweitens soll der Besitzer eines Rundfunkheimdruckers gegenüber einem Zeitungsleser in die glückliche Lage gebracht werden, daß er früh-

[1]) Vgl. hierzu Bader, ETZ 56 (1935) S. 889.

[1]) Telegr. u. Fernspr.-Techn. 22 (1933) S. 291.

morgens noch neuere Neuigkeiten (hot news) vorfindet. [R. H. Ranger, Fulton u. J. V. L. Hogan, Electronics 7 (1934) S. 336.] *Hd.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

538. 24 **Magnetische Nachwirkung.** — Nach Jordan soll bei ferromagnetischen Stoffen die Magnetisierung der Feldstärke nicht trägheitslos folgen, sondern soll sich zeitlich noch merklich ändern, wenn das Feld praktisch schon konstant geworden ist. Um zu prüfen, ob eine derartige Nachwirkung vorhanden ist, benutzt H. Wittke Schaltversuche, bei denen mit Hilfe eines Pendelunterbrechers ein ballistisches Galvanometer bestimmte Zeit nach Öffnung des Stromkreises in der Primärspule an die Sekundärspule gelegt wird. Es wird so die Differenz η der jeweiligen Induktion B gegen ihren Endwert B_∞ gemessen. Diese Differenz läßt sich in drei Exponentialfunktionen zerlegen:

$$\eta = C_1 e^{-\alpha t} + C_2 e^{-\beta t} + C_3 e^{-\gamma t}.$$

$C_1 e^{-\alpha t}$ ist die Hauptfunktion. Sie stellt den magnetisch reversiblen Anteil des Vorgangs dar, der im wesentlichen durch Widerstand und Induktivität des Meßkreises bedingt ist. $C_2 e^{-\beta t}$ ist der Hysteresisanteil, $C_3 e^{-\gamma t}$ der freie Nachwirkungsvorgang, der für große Zeiten allein übrigbleibt. γ ist unabhängig von der Geschwindigkeit der Feldänderung und vom Felde selbst; jeder Schaltvorgang klingt also ohne Rücksicht auf seine Vorgeschichte schließlich nach einer nur von Stoffkonstanten bestimmten Exponentialfunktion ab.

Ähnliche Versuche führt F. Preisach aus, wobei durch eine motorgetriebene Nockenwelle geschaltet wird. Untersucht wird sowohl das Ansteigen der Induktion nach dem Einschalten als auch das Abklingen, wenn der Primärstrom bestimmte Zeit nach dem Einschalten wieder ausgeschaltet wird. Es ergibt sich, daß dieses Abklingen der Induktion nach dem Ausschalten von der Einschaltzeit unabhängig ist. Dies zeigt, daß das Superpositionsgesetz bei der magnetischen Nachwirkung nicht anwendbar ist. Zur Deutung der Schaltversuche wird angenommen, daß die Nachwirkung durch das allmähliche Umklappen von Barkhausen-Bezirken bedingt ist. Die Statistik der umklappenden Bezirke kann so gewählt werden, daß die Feldstärkenabhängigkeiten sowohl der Hysterese wie der Nachwirkungserscheinungen des Schaltversuchs zwanglos erklärt werden können. [H. Wittke, Ann. Physik 23 (1935) S. 442. — F. Preisach, Z. Physik 94 (1935) S. 277.] *Br.*

621. 319. 7 : 532. 5 **Der Einfluß eines elektrischen Feldes auf die Viskosität von Flüssigkeiten.** — S. Dobinski untersucht die Viskosität von Flüssigkeiten, indem er die Durchflußzeiten durch ein dünnes Metallrohr mißt, während an diesem Rohr und einem koaxialen Draht eine elektrische Spannung liegt. Er findet bei reinen Flüssigkeiten keinen Einfluß des elektrischen Feldes, während Verunreinigung mit Wasser oder Kaliumjodid bei polaren Lösungsmitteln die Viskosität ändert, und zwar nimmt sie bei aliphatischen Lösungsmitteln im elektrischen Felde zu, bei aromatischen ab. In nichtpolaren Lösungsmitteln ist kein Einfluß vorhanden; ebenso fehlt er in Wechselfeldern. [S. Dobinski, Physik. Z. 36 (1935) S. 509.] *Br.*

537. 228. 1 : 621. 649 **Ein neues Zerstäubungsgerät.** — Für wissenschaftliche und technische Zwecke lassen sich die hochfrequenten mechanischen Schwingungen von Piezoquarzplatten zur Zerstäubung ausnutzen. Ein solches Zerstäubungsgerät, zunächst für eine Flüssigkeitsmenge von 3 l berechnet, beschreibt B. Claus. Eine Anzahl auf Gleichton abgestimmter Quarzresonatoren wird nebeneinander, ohne feste mechanische Berührung angeordnet, elektrisch parallel geschaltet und durch einen Teslatransformator zum Schwingen erregt. Ein flüssiger Übertrager (Paraffinöl) überträgt die Schwingungen auf den Boden des Emulsionsgefäßes. Flüssigkeiten können so unmittelbar zerstäubt werden, andere Körper, indem sie chemisch oder elektrolytisch auf einer Platte niedergeschlagen werden, die während der Abscheidung in hochfrequente Schwingungen versetzt wird. [B. Claus, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 202.] *Br.*

538. 551 **Resonanzerscheinungen in eisenhaltigen Stromkreisen.** — Wird der Widerstand eines aus der Kapazität C und der Induktivität $L = f(i)$ bestehenden Stromkreises nicht berücksichtigt, so erhält man die möglichen Stromwerte als Schnittpunkte der Drosselkennlinie (Abb. 2) mit den Geraden g und g', die der Gleichung

Abb. 2. Ermittlung der stabilen Dauerstromwerte. Geraden g und g' beim nichtberücksichtigten Widerstand, Ellipse e bei Berücksichtigung des Widerstands.

$U = I/\omega C \pm U_q$ entsprechen. Bei Berücksichtigung des Stromkreiswiderstandes R sind die Geraden durch eine Ellipse $U = I/\omega C \pm \sqrt{U_q^2 - R^2 I^2}$ zu ersetzen[1]). Es sind im allgemeinen drei Lösungen (Punkte *1, 2, 3*) vorhanden, von denen allerdings nur die zwei extremen Werte (*1* und *2*) gewöhnlich beobachtet und untersucht worden sind. Mit Hilfe einer Versuchsanordnung, in der die Kapazität C, die Frequenz f, der Widerstand R des Stromkreises, die Spannung U_q und die Kennlinie der Stromquelle beliebig verändert werden können [für Untersuchung der Einschaltvorgänge treten noch hinzu die Anfangsladung v_0 des Kondensators, die Anfangswerte der Magnetisierung (Remanenz) φ_r der Drossel und der Augenblick des Einschaltens τ], kann der Einfluß aller dieser Parameter auf die sehr verwickelten Vorgänge untersucht werden. Neben den Meßgeräten ist noch ein dreifacher Oszillograph zur Aufnahme der Stromkurve und der Spannungskurve der Quelle, der Drossel oder des Kondensators erforderlich. Statt der gewöhnlichen Strom-Spannungs-Kennlinie des Stromkreises erhält man für verschiedene Werte von R, C und f Kurvenscharen, so daß man die Kippspannung U_2 als Funktion von C, f oder R verfolgen kann. Der Einfluß der Impedanz der Wechselstromquelle äußert sich durch eine Verschiebung der Kippgrenzen; für eine bestimmte Widerstandskennlinie der Quelle können alle zwischen *1* und *2* liegenden Punkte der Strom-Spannungs-Kennlinie erhalten werden. Zur Ermittlung der Stabilitätsbedingungen muß also die Kennlinie der Wechselstromquelle berücksichtigt werden. Zur Vorausberechnung der Strom-Spannungs-Kennlinie ist die Kennlinie $U_S = f(I_S)$ der Eisendrossel (im Versuch aufgenommen) von Vorteil. Sind U_S und I_S die entsprechenden Werte für die Drossel, so hat man für den Stromkreis mit der Kapazität C

$$U = \sqrt{U_S'^2 + \left(U_S'' - I/\omega C\right)^2},$$

wobei $U_S' = U_S \cos\varphi = P/I_S$ und $U_S'' = U_S \sin\varphi$ sind (P Drosselleistung, φ Leistungsfaktor). Diese Berechnung ergab Werte, die besser mit den Versuchsergebnissen übereinstimmten als die Berechnung nach Martienssen[2]). Oszillographische Aufnahmen für den Dauerzustand bei schwachem oder starkem Strom (Punkt *1* oder *2*) bestätigen die Anwesenheit von ungleichen höheren Harmonischen in der Stromkurve sowie eine Abflachung der Kondensatorspannungskurve. Die harmonische Analyse läßt den Einfluß von C und R auf die einzelnen

[1]) Bethenod, Eclairage électr. 53 (1907) S. 289; Margand, Rev. gén. Électr. 9 (1921) S. 635.
[2]) Martienssen, Physik. Z. 11 (1910) S. 448.

höheren Harmonischen verfolgen. Je größer C oder R sind, desto kleiner ist im allgemeinen der Anteil der höheren Harmonischen. Für Werte von U, die die Kippspannung U_2 bedeutend überragen, zeigt die Strom-Spannungs-Kennlinie (Abb. 3) eine Stelle (a), die einer grundsätzlichen Änderung der Form der Stromkurve entspricht (Änderung des Tons). An dieser Stelle werden die 3., 5. usw. Harmonische sehr klein, dagegen die 2., 4. usw. werden größer. An einer noch weiteren Stelle (b) tauchen die unteren Harmonischen, 2/5, 2/9 usw. auf (nochmalige Änderung des Tons). Die harmonische Analyse (rechnerisch und nach dem Resonanzverfahren durchgeführt) ergab den in der Abb. 4 angedeuteten Verlauf der Harmonischen.

Abb. 3. Strom-Spannungs-Kennlinie des Stromkreises; *1*, *2'* Kippgrenzen; *a* höhere Harmonischen gerader Ordnung; *b* untere Harmonischen.

Zur Untersuchung der Einschaltvorgänge wurde der Augenblick τ des Einschaltens, d. h. die Anfangsspannung, mit Hilfe eines von einem Synchronmotor betriebenen Sonderschalters geändert, außerdem konnten die Remanenz φ_r und die Anfangsspannung des Kondensators v_0, beide mit Hilfe von Gleichstromquellen, verändert werden. Die möglichen Fälle sind sehr zahlreich. Es zeigt sich, daß bei $v_0 = 0$, $\varphi_r = 0$ und beim Einschalten im Augenblick $\tau = T/2$ (Nullspannung) der starke oder der schwache Dauerstrom erhalten werden können, wenn die aufgedrückte Spannung in der Nähe der Kippspannung liegt.

Abb. 4. Anteil der höheren Harmonischen. (Derselbe Sonderfall wie Abb. 3.)

Wird φ_r positiv oder negativ gemacht, so ändert sich sehr bedeutend die zwischen U_1 und U_2 liegende mittlere charakteristische Spannung U_i, die eine Grenze zur Erhaltung des schwachen oder des starken Dauerstroms vorstellt. Auch die Anfangswerte der aufgedrückten Spannung haben auf U_i einen Einfluß, dieselbe Spannung der Quelle führt also je nach den Werten von τ und φ_r zu schwachem oder zu starkem Strom. Der Wert von φ_r hat großen Einfluß besonders auf den Verlauf der ersten Perioden der Stromkurve, er ändert ihren Höchstwert und ihre Form. Bei den Versuchen mit verschiedenen Werten von v_0 zeigt die Stromkurve einen in einigen Perioden verklingenden aperiodischen Anteil, der dem Entladen des Kondensators entspricht. In jedem Falle kann man eine sofortige Einstellung des Dauerzustandes erreichen, wenn man den Veränderlichen U, v_0 und φ_r entsprechende Werte gibt. Die Stromkurve zeigt dann einen sehr kurzen oder gar keinen Einschaltvorgang. Für sehr hohe Werte von v_0 erreicht man nach einigen Perioden den schwachen Dauerstrom, obzwar die ersten Perioden ein hohes Maximum von i besitzen. Durch entsprechende Wahl der Anfangswerte kann auch, während einiger Perioden, der mittlere unstabile Zustand (Punkt *3*) beobachtet werden, jedoch geht dann i in den schwachen oder den starken Strom über. Der Wert von v_0 hat ähnlich wie φ_r einen großen Einfluß auf die mittlere charakteristische Spannung U_i. Je nach dem Augenblick des Einschaltens kann bei verschiedenen Werten von v_0 der schwache oder der starke Dauerstrom erhalten werden. Gleichzeitige hohe Werte von v_0 und von φ_r ergeben, auch für niedrige Quellenspannung U, den starken Dauerstrom (was man auch bei der gewöhnlichen Versuchsanordnung mit einem einfachen Taster beobachtet). [E. R o u e l l e, Rev. gén. Électr. 36 (1934) S. 715, 763, 795 u. 841.] —*ak.*

Hochspannungstechnik.

537. 523 **Beitrag zur Kenntnis der Vorprozesse bei Funken- und Koronaentladungen mit Hilfe der Nebelkammer.** — In Fortführung früherer Versuche des Verfassers[1]) werden in vorliegender Arbeit Entladungskanäle positiver und negativer Koronaentladungen mit der Wilsonschen Nebelkammer sichtbar gemacht, wobei besondere Beachtung auf Anwendung sehr kurzer und oszillographisch meßbarer Spannungsstöße gelegt wird. Der Einfluß von Stoßhöhe, Stoßdauer, Gasart und Oberflächenbeschaffenheit auf den Charakter der Kanäle wird untersucht. Die Kanäle sind als Stereoaufnahmen sehr eindrucksvoll in ihrem räumlichen Verlauf zu verfolgen. Die positiven Kanäle (in Luft) sind langgestreckt, teilweise stark verästelt und erinnern in ihrer Zickzackform an die bekannten Strahlen der positiven Lichtenbergschen Figur. Negative Spannungsstöße verursachen kurze, gerade Kanalformen. Die Kanäle entstehen in Zeiten von der Größenordnung 10^{-7} s bei Feldstärken von etwa 330 kV/cm an der Oberfläche des positiven Drahtes (Durchmesser 0,1 mm). Bei h ö h e r e n Feldstärken wachsen die Kanäle weiter in den Raum vor. Ihre Länge nimmt auch mit der S t o ß d a u e r zu. Die Vorwachsgeschwindigkeit ließ sich so der Größenordnung nach zu 10^7 cm/s bestimmen. Da dieser Wert der Wanderungsgeschwindigkeit von Elektronen bei vergleichbaren elektrischen Verhältnissen entspricht, wird die Auffassung vertreten, daß die beobachteten Kanäle durch Stoßionisation von E l e k t r o n e n entstanden sind. Es gelang, die stehengebliebene Raumladung im Kanal durch elektrische Beeinflussung nachzuweisen.

Abb. 5. Nebelaufnahme einer dunklen Entladung zwischen Glasplatten.

Die Kanalformen ändern ihre Gestalt sehr erheblich mit Änderung des Gasinhalts der Nebelkammer. Änderung der Oberflächenbeschaffenheit des Drahtes hatte auf die positiven Figuren keinen Einfluß. Bei der n e g a t i v e n Figur gingen Zahl und Länge der an oxydiertem Draht entstandenen Kanäle erheblich zurück. Eine ähnliche Wirkung (Altern) ist schon länger für das Einsetzen der Anfangsspannung bei Spitzen bekannt; der Theorie nach ist das Ergebnis zu erwarten, da die Entladung auf Änderung der Kathodenoberfläche wegen Vergrößerung der Austrittsarbeit der Elektronen stärker reagieren muß.

Weiterhin ist es mit der Nebelkammer gelungen, Entladungskanäle eines unvollkommenen Durchbruchs sichtbar zu machen. Abb. 5 läßt die Nebelspuren in der Mitte zwischen zwei 5,5 mm voneinander angeordneten Glasplatten erkennen. An der Außenseite der Glasplättchen befinden sich die metallischen Elektroden. Die räumliche Ausbildung der Lawinenkanäle, die auch teilweise vom Rand der Glasplatten, wahrscheinlich als Fortsetzung einer Oberflächengleitentladung in den Raum hineinwachsen, ist in der Originalarbeit durch stereoskopische Betrachtung noch wesentlich besser zu verfolgen. Die Bedeutung dieser Aufnahmen liegt darin, daß hier eine Entladungsform der Beobachtung zugänglich gemacht wird, für die keine lichtelektrisch an der Kathode ausgelösten Elektronen wie üblich angenommen werden dürfen. [H. K r o e m e r, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 782.]

[1]) H. K r o e m e r, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 703; Z. Physik 95 (1935) S. 647, s. a. ETZ 56 (1935) S. 1218.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Mechanische und elektrische Bremsung bei Hebezeugen.

Von C. Schiebeler VDE, Berlin.

621. 34-59 : 621. 87

Übersicht. Rückblickend wird eine 40jährige Entwicklung der mechanischen und elektrischen Bremseinrichtungen für Hebezeuge geschildert. Bei der Fülle des Stoffes erschien es geboten, vor allem die Triebkräfte darzustellen, die jeweils den technischen Fortschritt hervorriefen, und dabei zu zeigen, wie die mechanischen Bremsen und ihre Lüfter sowie die der Regelbremsung dienenden Motorbremsschaltungen den mannigfachen Anforderungen der verschiedenen Schaltbetriebe angepaßt wurden.

Die Bremsung elektrischer Antriebe bildet, wenigstens bei Hebezeugen, den wichtigsten Teil der Steuerung. Dreierlei Arten von Bremsung sind auszuführen: Die Stoppbremsung, die Regelbremsung und die Verzögerungsbremsung. Die Stoppbremsung hat bei Hubwerken die Aufgabe, durch die mechanische Bremse, die Haltebremse, die Last festzuhalten, wenn der Strom ausgeschaltet ist. Die Haltebremse bewirkt zugleich eine Verzögerungsbremsung. Die Regelbremsung dient dazu, Lasten mit einer regelbaren Geschwindigkeit zu senken und auch beim Heben oder Fahren auf den ersten Stellungen des Steuergerätes zusätzlich zu bremsen, um bei kleiner Belastung die Regelfähigkeit des Widerstandes im Ankerkreis zu erhöhen. Die Regelbremsung kann auch als „statische" Bremsung bezeichnet werden, da das Bremsmoment für eine gegebene Last gleich bleibt, mit welcher Geschwindigkeit auch die Last gesenkt wird. Die Regelbremsung kann sowohl mechanisch als auch elektrisch erfolgen, wird aber überwiegend elektrisch ausgeführt. Die für die Regelbremsung vorgesehenen Bremsmittel und Schaltungen bewirken beim Zurückschalten des Steuergerätes die Verzögerungsbremsung, die das Triebwerk aus großer auf kleine Geschwindigkeit verzögert, also dynamische Kräfte abbremst, bevor die Stoppbremse stillsetzt.

Aufgabe der Steuertechnik ist es nun, eine richtig abgestimmte Zusammenarbeit der elektrischen und mechanischen Bremseinrichtungen zur statischen und dynamischen Bremsung herbeizuführen und jede Bremsart in ihrem günstigsten Arbeitsbereich anzuwenden.

Abb. 1. Gleichstrom-Magnetbremslüfter mit Bandbremse, Baujahr 1898.

1. Die Stoppbremse und ihre Betätigung: Bei Einführung des elektrischen Antriebs begnügte man sich zunächst damit, die Bremse vom Steuergerät aus durch ein Gestänge mechanisch zu lüften. Ende der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts gelangte zugleich mit dem Mehrmotorenkran, dessen Hubmotor auf der Katze durch Fernsteuerung über Schleifleitungen von dem Führerkorb am Kran geschaltet wurde, der „Bremsmagnet" zur elektrischen Lüftung der Bremse zur Einführung. Der Gleichstrommagnet mit einer runden Spule und massivem Ankerkern oder der Drehstrommagnet in rechteckiger Form mit 3 Spulen und dreiarmigem, geblättertem Kern ziehen den Anker zum Gegenpol des Magnetgehäuses hin, sobald der Magnet erregt wird. Der Anker ist mit dem Bremsgestänge verbunden, lüftet also beim Einschalten des Spulenstromes die Bremse (Abb. 1). Die Abb. 2 zeigt einen Gleichstrommagnet neuerer Bauart.

Die Hubwerksbremsen waren bis zum Ausgang des ersten Jahrzehnts dieses Jahrhunderts fast ausschließlich Bandbremsen, die durch ein Belastungsgewicht geschlossen wurden. Dies ergab eine gute Bremskraft gegen das Absinken, aber keine befriedigende Verzögerungsbremsung des aufwärtsgehenden leeren Hakens. Bandbremsen waren auch für Fahrwerke, die gleichbleibende Bremsung nach beiden Fahrtrichtungen erfordern, nicht geeignet. Sie wurden deshalb allmählich durch Backenbremsen verdrängt. Da die Stoppbremse für das sichere Festhalten der schwersten Last ausreichend bemessen werden mußte, diese Bremskraft sich aber auch bei der Verzögerung auswirkte, so machte sich bereits bei Einführung des Bremsmagneten das Bedürfnis nach einer Dämpfung der Schlagwirkung des herunterfallenden Bremsgewichts geltend, denn das unverzögerte Einfallen der Bremse hatte große Stöße im Triebwerk und sogar Reißen der Bremsbänder zur Folge gehabt. Deshalb wurden die Magnete mit einem Luftpuffer versehen, der die lebendige Kraft des herabfallenden Bremsgewichts, die sich in einen unerwünschten zusätzlichen Bremsdruck umsetzt, und den dadurch hervorgerufenen Stoß milderte. Der Luftpuffer hatte auch noch die zweite Aufgabe, das Schlagen des Ankers beim Anziehen des Magneten zu dämpfen. Während des Anziehens hat die mit Verringerung des Polabstandes stark wachsende Zugkraft eine immer stärkere Beschleunigung des Ankers zur Folge. Bei den Gleichstrommagneten konnte man den Schlag beim Aufeinanderprallen der Polflächen durch konische Ausbildung des Ankerkernes, d. h. durch starke Streuung, dämpfen. Der Kniehebel-Bremsmagnet (Abb. 3) löste die Aufgabe, indem er den Hebelarm, an dem das Bremsgestänge angreift, während des Hubes vergrößerte.

Abb. 2. Gleichstrom-Magnetbremslüfter, Baujahr 1920.

Abb. 3. Kniehebel-Bremsmagnet, Baujahr 1900.

Beim Drehstrom-Bremslüftmagneten ist man allein auf die Dämpfung angewiesen (Abb. 4), die besonders gut sein muß, weil der Drehstrommagnet durch seine geblätterten Pole viel empfindlicher gegen ein hartes Aufeinanderschlagen der Polflächen ist als der massive Gleichstromanker. Dies zeigte sich besonders bei größeren Magneten und führte neben anderen Gründen zur Entwicklung des später behandelten Motorbremslüfters.

Bei den Bremsen der Brückenfahrwerke von Verladebrücken, die mit Rücksicht auf den Winddruck kräftig zu bemessen waren, zeigte es sich, daß die Luftdämpfung des Magneten nicht genügte, die Bremse so sanft zu schließen, daß die Räder auf feuchten Schienen oder Glatteis nicht rutschten. Die Luftdämpfung hat den grundsätzlichen Nachteil, daß sie erst einsetzt, wenn der Dämpfungskolben einen Teil des Hubes zurückgelegt und die Luft zusammengepreßt hat. Dann sind aber die Bremsbacken, bei nicht sehr sorgsamer Einstellung, meist schon zum Anliegen gekommen. Deshalb verwendet man bei Triebwerken, bei denen ein weiches Bremsen erforderlich ist, statt der Luftdämpfung die Öldämpfung, die sofort und gleichmäßig verzögernd wirkt. Ein weiteres sehr wirksames Mittel, den Ruck beim Einsetzen der Bremsung zu verkleinern, besteht in der Benutzung von Federbremsen statt der Gewichtsbremsen.

Abb. 4. Magnetbremslüfter mit Luftdämpfung.

Die elektrischen Eigenschaften der Gleich- und Drehstrommagnete mögen nun kurz behandelt werden. Bei Gleichstrom erhielt der Magnet zunächst eine vom Motorstrom erregte Hauptstromspule, später eine Nebenschlußspule, die an das Netz angeschlossen, auch bei starker Entlastung oder negativer Belastung des Motors beim Lastsenken die Bremse gelüftet hielt. Die Selbstinduktion des Nebenschlußmagneten wurde durch parallel zur Spule geschaltete Widerstände in zulässigen Grenzen gehalten, die Verzögerung beim Abfallen durch Vorschaltwiderstände und Vergrößerung der Polflächenentfernung (durch Zwischenlegen von Messingscheiben) sowie durch Benutzung von remanenzschwachem Eisen und Schlitzen der Messingspulenhalter auf einen geringen Wert heruntergedrückt. Bei großen Magneten werden Sparschalter aufgebaut, die der Spule in der Lüftlage des Ankerkernes einen Widerstand vorschalten, um an Kupfer und Strom zu sparen.

Abb. 5. Drehstrom-Motorbremslüfter, Baujahr 1913.

Der Drehstrom-Bremslüftmagnet weist gegenüber dem Gleichstrommagneten den Nachteil eines sehr hohen Einschaltstromes, bis zum 30fachen des Haltestromes, auf. Dies bedingt bei großen Schalthäufigkeiten zur Vermeidung übermäßiger Spulenerwärmung eine starke Herabsetzung der Hubarbeit. Die Gefahr des Durchbrennens der Spulen bei nicht vollständigem Durchziehen des Ankers bis zur Berührung der Polflächen machte den Drehstrommagneten empfindlich gegen Überlastung und Spannungsabfall. Auch die bereits oben behandelte Schlagwirkung beeinträchtigte die Betriebssicherheit insbesondere der großen Magnete, in schwerem Betrieb.

Dies führte zur Entwicklung von Motorbremslüftern. Abb. 5 zeigt die Bauart eines Motorbremslüfters, bei dem ein Käfigläufermotor über ein Vorgelege eine Kurbelwelle antreibt, deren Zapfen von der Ruhelage aus nach beiden Seiten um etwa 120° schwingt und dadurch die Bremse lüftet. Diese Motorbremslüfter weisen einen wesentlich kleineren Einschaltstrom auf als Magnete und sind gegen nicht völliges Durchziehen unempfindlich. Da der Motor längere Zeit unter Strom stillstehen muß, wird zur Vermeidung unzulässiger Erwärmung bei großen Motorbremslüftern ein Schleifringmotor benutzt, an dessen Schleifringe ein Schlupfwiderstand angeschlossen ist, der die zugeführte Energie zum größten Teil außerhalb des Motors in Wärme umsetzt. Durch einen Anschlag am Ende des Lüftweges wird der Motoranker stillgesetzt. Um hierbei einen Ritzelbruch oder eine sonstige Beschädigung des Triebwerkes zu verhindern, wurde dem Anker eine Nachlaufmöglichkeit gegeben. Die Kurbel schlägt zu diesem Zweck gegen eine starke Spiralfeder, oder es ist eine Rutschkupplung vorgesehen. Daneben ist auch noch eine Luftdämpfung eingebaut, um die Bremse gedämpft zu schließen und ein Durchschwingen der Kurbel über die Ruhelage hinaus zu verhindern.

Abb. 6. Elektrohydraulischer Bremslüfter „Eldro".

Der nicht gerade einfache und billige Motorbremslüfter mit Vorgelege und Kurbel wurde durch den in Abb. 6 dargestellten, elektrohydraulischen Bremslüfter verdrängt. Hier treibt ein kleiner zweipoliger Käfigläufermotor von weniger als 1 PS-Leistung eine Flügelrad-Ölpumpe an und bewirkt durch Heben eines Kolbens und daran befestigter Stoßstangen die Lüftung der Bremse. Durch die Öldämpfung arbeitet das Gerät völlig stoßfrei.

2. Die mechanische Senkbremsung: Bei Einführung des elektrischen Einzelantriebes senkte man ausschließlich mit der mechanischen Bremse. Bei ortsfester Anordnung des Führerstandes zum Hubwerk ergab das Senken mit der Handhebelbremse eine vortreffliche Steuerfähigkeit. Der gleiche Steuerhebel bewirkte Stoppbremsung, Regelbremsung und Verzögerungsbremsung. Wurde ein vom Steuergerät unabhängiger Bremsbeihebel benutzt, so konnte dieser auch noch auf den ersten Hubstellungen die Bremse mehr oder weniger stark anziehen, um leichte Lasten langsam anzuheben und das Absinken schwerer Lasten, das „Lastsacken", zu verhindern. Zum Senken des leeren Hakens und Beschleunigen leichter Lasten dienen ein oder zwei Kraftstellungen (Stromstoßstellungen). Um beim plötzlichen Ausbleiben des Stromes unabhängig von der Achtsamkeit des Kranführers die Bremse zu schließen, wurde ein Bremsmagnet vorgesehen. Die Konstruktion wurde nach Abb. 7 so getroffen,

Bremsen Lüften

Abb. 7. Bremsbeihebel in Verbindung mit Bremslüftmagnet für Gleichstrom-Hafenkrane.

daß die Bremse durch den Bremsbeihebel festgezogen werden konnte, ohne daß der angehobene Magnetanker heruntergezogen wurde. Die Steuerung mit Handhebelbremsung zeichnete sich auch noch durch geringen Stromverbrauch aus. Die Handhebelbremsung wurde, seit sie Ende der 90er Jahre im Hamburger Hafen eingeführt wurde, bis in die letzten Jahre bei Hafen-Stückgutkranen mit Leistungen bis etwa 40 PS in großem Umfange benutzt und hat den Anforderungen des Betriebes in jeder Weise entsprochen.

Die Handhebelbremsung war an die ortsfeste Anordnung des Führerstandes zur Bremse gebunden und konnte ohne umständliche Seilführungen, die wenig betriebssicher waren und eine genaue Einstellung der Last nicht ermöglichten, für Fernsteuerung nicht benutzt werden. Man baute deshalb für Laufkranhubwerke Drucklagerbremsen, die als Senksperrbremsen ohne oder mit Lüftspiel in mannigfachen Bauarten auf den Markt kamen. Sie arbeiteten in der Weise, daß Reibscheiben gegen ein Sperrad gedrückt wurden, das beim Senken festgehalten, beim Heben aber mitgenommen wurde. Die Drucklagerbremse ohne Lüftspiel wurde beim Schneckenvorgelege benutzt, wobei das Lastmoment durch die Schnecke einen Axialdruck auf die Reibscheibe ausübte, der sich mit der Lastgröße verstärkte. Bei den für Räderwinden benutzten Senksperrbremsen mit Lüftspiel wurde der Lastdruck, z. B. durch ein Ritzel, das auf der Antriebswelle mit Flachgewinde axial bewegt wurde, auf die Sperrbremsscheibe übertragen. Diese Bauarten ließen an Regelfähigkeit viel zu wünschen übrig und versagten schon bei mittleren Leistungen und gewöhnlichem Betrieb, weil sie für die Wärmeabfuhr ungünstig gebaut waren. Die Notwendigkeit eines Ersatzes wurde um so dringender, als der Bau von Tag und Nacht betriebenen Stahlwerks- und Hüttenkranen an die Bremsen besonders große Anforderungen stellte und sich eine Betriebsstörung an nur einem Kran auf die Erzeugung des ganzen Hüttenwerkes auswirkte. Jetzt mußte die Elektrotechnik helfen, und es entstanden Motorbremsschaltungen, die „Senkschaltungen“, bei denen die beim Senken freiwerdende Energie durch den Motor und die Widerstände aufgenommen und in diesen in Wärme umgesetzt wird.

3. Die Senkschaltungen: Die Entwicklung der Senkschaltungen zu verfolgen, ist für den Steuerungstechniker sehr lehrreich. Eine Unsumme von Arbeit ist darauf verwendet worden, um dieselbe Steuerfähigkeit zu erreichen wie bei der Handhebelbremsung. Zahlreiche Patente verzeichnen die kleineren oder größeren Fortschritte auf dem Entwicklungsweg der elektrischen Senkschaltungen.

Die gleiche Aufgabe, Lasten durch Bremsschaltung des Motors zu senken, führte im Laufe der Entwicklung des elektrischen Kranbaues und dem Eindringen in neue Verwendungsgebiete mit veränderten Arbeitsbedingungen zu verschiedenartigen Lösungen, die dem Betriebsfall anzupassen waren. Eine klare Erfassung der Arbeitsbedingungen war jedoch bei Beginn der Entwicklung nicht möglich. Erst nach dem Vorliegen vieljähriger Erfahrungen hat der VDE im Jahre 1926 in seinen „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb (R.A.B. 1926)“ die Anforderungen an die Geschwindigkeitsregelung, Beschleunigung, Schalthäufigkeit und Bedienungsweise als bestimmend für die Auslegung der Steuerung erkannt und für die Verwendung drei Arten von Schaltbetrieben, den gewöhnlichen Betrieb, den Anlaufregelungsbetrieb und den Beschleunigungsbetrieb unterschieden. Diese Begriffe sollen nun helfen, den Entwicklungsgang zu erläutern.

3a. Die Gleichstrom-Senkschaltungen. Der Hauptstrommotor, später als „Reihenschlußmotor“ bezeichnet, setzte sich als Kranmotor sehr bald durch. Er wurde dem Nebenschlußmotor nicht nur wegen der Unempfindlichkeit der Hauptstrom-Feldspulen und der gedrängteren Bauart der gekapselten Motoren, die durch den kleineren Raumbedarf der Hauptstrom-Feldspulen bedingt war, vorgezogen, sondern vor allem wegen der Drehzahlsteigerung bei Entlastung. Leichtere Lasten werden schneller gehoben, der leere Haken sogar mit der etwa zweifachen Vollastgeschwindigkeit. Dies Drehzahlverhalten gilt jedoch nicht für das Senken. Beim Senken ist die Motorbelastung einem Richtungswechsel unterworfen. Der leere Haken fordert ein positives Motormoment und Kraftstrom, leichte, das Hubwerk kaum durchziehende Lasten müssen mit Kraftstrom beschleunigt werden, mittlere und schwere Lasten dagegen erfordern ein mit der Lastgröße wachsendes Bremsmoment. Dieser mit dem Lastwechsel verbundene Richtungswechsel des Bremsmomentes erschwerte die Aufgabe der elektrischen Senkschaltung, besonders bei Benutzung von Reihenschlußmotoren. Ein großer Teil der Entwicklungsarbeit galt der Verbesserung der Betriebssicherheit des Reihenschlußmotors beim Senken durchziehender Lasten.

Bei der zunächst ausschließlich benutzten, als „Senkbremsschaltung“ bezeichneten, Generatorbremsschaltung werden auf den Senkbremsstellungen, vom Netz abgetrennt, Anker, Feld und Widerstände in Reihe geschaltet und die durchziehenden Lasten auf der ersten Stellung langsam, auf den weiteren durch Vergrößerung der Widerstände schneller gesenkt (siehe Abb. 8).

A — B	Motoranker	$r_8 \cdots r_9$	Feldverstärkungs-Widerstand
E — F	Motorfeld	$b \cdots b_2$	Nebenschluß-Magnetbremslüfter mit Vorschalt- und Schutzwiderstand
$R_1 \cdots R_5$	Anlaßwiderstand		
$r_1 \cdots r_3$	Bremsschutzwiderstand		

Abb. 8. Gleichstrom-Senkbremsschaltung (Generatorbremsschaltung).

Gleich bei Einführung dieser Bremsschaltung zeigte sich, daß die Eigenerregung des Reihenschlußgenerators beim Senken schwerer Lasten nicht schnell genug vor sich ging; die Last sackte (stürzte) erst ein Stück frei ab, ehe die Erregung einsetzte. Dies geschah dann unter einem kräftigen Ruck mit Spritzfeuer am Stromwender, weil plötzlich mit dem Einsetzen der Erregung aus großer Geschwindigkeit scharf auf kleine abgebremst wurde. Dieser, auch den Kran selbst gefährdende Ruck war um so größer, je schwerer die Last, je höher die Geschwindigkeit, und um so besser der Hubwerkswirkungsgrad waren. Man wurde dieser Schwierigkeit durch eine Fremderregung des Feldes auf den ersten Senkbremsstellungen Herr. Das „Lastsacken“ zeigte sich auch beim Stillsetzen schwerer Lasten, die auf der ersten Senkbremsstellung langsam gesenkt worden waren. Eine besondere Stellung „Senken—Absetzen“ wurde vorgesehen, auf der das Bremsmoment gleich stark wie in Senken 1 aufrecht erhalten, der Bremsmagnet jedoch abgeschaltet wurde.

Bei der Senkbremsschaltung ist das Drehzahlverhalten umgekehrt wie beim Heben. Leichtere Lasten werden nicht schneller, sondern langsamer gesenkt als schwere, weil die Einschaltung eines bestimmten Widerstandes in den Ankerbremskreis eine um so höhere Spannung und Drehzahl ergibt, je größer der Generatorstrom ist. Man ist also bei der Senkbremsschaltung in der Ausnutzung größerer Senkgeschwindigkeiten bei mittleren und leichter durchziehenden Lasten dadurch gehemmt, daß beim Senken der schwersten Last keine unzulässig hohe Generatorspannung entstehen darf. Diesem Mangel der Generatorbremsschaltung versuchte man durch zusätzliche Schalteinrichtungen abzuhelfen, indem man durch Relais und Schütze in Abhängigkeit von Strom oder Spannung eine Anpassung der Widerstandsgröße an die Last herbeiführte. Bei Beschränkung auf nur zwei Lastgrößen, z. B. dem vollen und leeren Greifer, ergab dies eine Steigerung der Förderleistung. Eine völlige Betriebssicherheit gegen zu hohe Senkgeschwindigkeiten wurde jedoch bei der einfachen Generatorbremsschaltung deshalb nicht erreicht, weil auf die Bremsstellungen Kraftstellungen folgten, in denen der Reihenschlußmotor mit Kraftstrom betrieben

wurde. Dort durften zwar noch leicht durchziehende Lasten durch einen kurzen Stromstoß beschleunigt, schwere Lasten aber keinesfalls gesenkt werden, weil dann der Reihenschlußmotor sehr schnell eine die Bandagen gefährdende hohe Drehzahl erreichte. Nur bei achtsamer Bedienung, wie sie bei gewöhnlichem Schaltbetrieb von Werkstätten- und Lagerplatzkranen zu erwarten ist, kann die einfache Generatorbremsschaltung als betriebssicher gelten, nicht jedoch für das bei Hüttenkranen unvermeidliche rücksichtslose Schalten des Beschleunigungsbetriebes.

Die zur statischen Bremsung dienenden Regelbremsstellungen bewirken zugleich die Verzögerungsbremsung, das Abbremsen des Motors aus der größten Senkgeschwindigkeit auf die kleinste vor dem Einfallen der Stoppbremse. Werden die im Ankerbremskreis eingeschalteten Widerstände bei der Verzögerungsbremsung in der richtigen Zeitfolge kurzgeschlossen, wie dies beim gewöhnlichen Schaltbetrieb der Fall ist, so bleiben die Ankerbremsströme in zulässigen Grenzen, geschieht dies jedoch so schnell, wie es z. B. der Beschleunigungsbetrieb des Stahlwerkskranes verlangt, so treten hohe Bremsstromspitzen auf, die um so schädlicher auf den Stromwender und die Kontakte des Steuergerätes einwirken, je größer die Drehzahlsteigerung ist, bei der die Generatorbremsung, mit entsprechend der Drehzahl gesteigerter Spannung, einsetzt, und je kleiner der Bremsschutzwiderstand gehalten wird, der auf der ersten Senkstellung eingeschaltet bleibt und die kleinste Regelgeschwindigkeit bestimmt. Die Forderung einer Feinregelbremsung ließ also zunächst eine betriebssichere Verzögerungsbremsung nicht zu. Diese Aufgabe, einerseits beim Einschalten des Steuergeräts statisch mit genügend kleinen Geschwindigkeiten zu regeln, anderseits beim Ausschalten aus großer Geschwindigkeit dynamisch zu bremsen, wurde durch folgende Verbesserung der Senkbremsschaltung gelöst. Die Verzögerungsbremsung wurde für schnelles Überschalten der Bremsstellungen dadurch betriebssicher gestaltet, daß man dem Bremsschutzwiderstand im Ankerkreis beim Zurückschalten von den Stromstoßstellungen auf die Bremsstellungen einen wesentlich größeren Ohmwert gab als beim Einschalten von der Nulllage aus. Diese Regelung des Bremsschutzwiderstandes verbesserte die Generatorbremsschaltung sehr wesentlich; sie brachte eine Schonung des Stromwenders der im ersten Jahrzehnt noch hilfspollosen Kranmotoren und setzte den Verschleiß des Steuergerätes herunter.

Wenn die Generatorbremsschaltung trotzdem bei den Hüttenkranen noch nicht voll befriedigte, so lag dies an folgendem. Bei dem ganz auf hohe Erzeugung eingestellten Beschleunigungsbetrieb dieser Krane schaltet der Kranführer auch bei schweren, stark durchziehenden Lasten auf die letzte Kraftstellung durch. Die Folge war ein Platzen der Bandagen des durchgehenden Ankers. Das Reihenschlußverhalten auf den Kraftstromstellungen war somit für den Beschleunigungsbetrieb unbrauchbar.

Dies führte Ende des ersten Jahrzehnts zur Entwicklung der zweiten Gleichstrom-Senkschaltung, der *Senkkraftschaltung*. Bei dieser wird auch ein Reihenschlußmotor benutzt, um leichtere Lasten schneller zu heben. Auf der Senkseite ist jedoch der Motor als Nebenschlußmotor geschaltet, d. h. das über die Anlaßwiderstände erregte Feld liegt parallel zum Anker am Netz und zwar auf allen Senkstellungen (Abb. 9). Das Anlassen und die Drehzahlsteigerung gehen in der Weise vor sich, daß durch Verschiebung des einen Ankerpunktes am Widerstand mit fortschreitender Einschaltung die dem Anker vorgeschalteten Widerstände verringert, die ihm parallel geschalteten vergrößert werden. Alle Senkstellungen sind gleichzeitig Brems- und Kraftstellungen, je nachdem, ob die am Haken hängende Last das Triebwerk durchzieht oder nicht. Die Senkkraftschaltung weist neben der Sicherheit gegen das Durchgehen einen weiteren Vorteil gegenüber der Generatorbremsschaltung auf; bedingt durch den Netzanschluß, kann die Spannung beim Senken der schwersten Last mit der größten Geschwindigkeit keine unzulässig hohen Werte annehmen, und die Verzögerungsbremsung wird ohne Gefährdung des Stromwenders und der Kontakte ausgeführt. Die Senkkraftschaltung hat deshalb bei Hüttenkranen die Generatorbremsschaltung völlig verdrängt.

Die Senkkraftschaltung zeigte sich aber auch noch beim Anlaufregelungsbetrieb der Gießerei- und Montagekrane der Generatorbremsschaltung überlegen. Um kleine Wege zurückzulegen, muß der Motor bei *jeder* Last bereits auf der ersten Senkstellung anlaufen, dann aber sofort wieder ausgeschaltet werden. Diese Forderung konnte von der Generatorbremsschaltung nicht erfüllt werden, weil sich bei ihr nur die durchziehenden Lasten auf Senken 1 in Bewegung setzen, während bei den nicht durchziehenden erst über alle Bremsstellungen hinweg auf die Stromstoßstellungen geschaltet werden muß. Dies macht ein Stromspritzergeben unmöglich. Dagegen erlaubt die Senkkraftschaltung ebenso den leeren Haken wie die volle Last auf der ersten Senkstellung zu senken und durch Verringerung der Ohmzahl des dem Anker auf „1" parallel geschalteten Widerstandes, selbst bei der schwersten Last, kleine Geschwindigkeiten zu erreichen. Auch auf Heben 1 wurde dem Anker ein Widerstand parallel geschaltet, um leichte Lasten langsam zu heben.

Heben — Senken-Bremse-Kraft

A—B Motoranker
E—F Motorfeld
$R_1 \cdots R_5$ Anlaßwiderstand
$r_1 \cdots r_2$ Senkwiderstand
$b \cdots b_2$ Nebenschlußmagnetbremslüfter mit Vorschalt- und Schutzwiderstand

Abb. 9. Gleichstrom-Senkkraftschaltung.

Die Senkkraftschaltung besaß jedoch gegenüber der Generatorbremsschaltung den Nachteil eines wesentlich größeren Stromverbrauchs auf den ersten Senkstellungen für geringe und mittlere Geschwindigkeit. Dieser Mehrverbrauch tritt bei Gießerei- und Montagekranen sowie bei Hüttenkranen hinter den oben geschilderten Vorteilen der Senkkraftschaltung zurück, dagegen waren die Stromkosten bei Greiferkranen von einer wesentlich größeren Bedeutung. Da sowohl der leere wie der gefüllte Greifer das Triebwerk gut durchziehen, stand nichts im Wege, die stromsparende Generatorbremsschaltung für kleine und mittlere Geschwindigkeiten auf den ersten Stellungen anzuwenden und auf den letzten Senkstellungen die Senkkraftschaltung zu benutzen, die bei großer Geschwindigkeit bei Halblast nur noch wenig Strom braucht und bei Vollast sogar Strom ins Netz zurückliefert. Das Nebenschlußverhalten gab Sicherheit gegen das Durchgehen des Ankers. Bei dieser *Senkbremskraftschaltung* wurde nun auch die Freifallstellung ausgemerzt, die bei der Generatorbremsschaltung zwischen den Senkbrems- und den Kraftstellungen vorhanden war. Durch Veränderung des Parallelwiderstandes beim Ein- und Ausschalten des Steuergerätes oder durch Feldteilung wurde eine sehr gute Geschwindigkeitsregelung erzielt.

Die letzte vom Hafenkran beeinflußte Entwicklung ging dahin, den Reihenschlußmotor durch den Nebenschlußmotor zu ersetzen, dessen Feld geregelt wird, um einmal den Stromverbrauch beim Senken zu verringern und ferner durch die Feldregelung leichtere Lasten noch schneller zu heben, als es beim Reihenschlußmotor möglich ist.

3b. *Drehstrom-Senkschaltungen.* Während bei Gleichstrom die Regelung auf kleine Geschwindigkeit leicht, die Beherrschung größerer Geschwindigkeiten dagegen schwierig war, verhielt es sich bei Drehstrom gerade umgekehrt. Der Drehstrom-Asynchronmotor verwandelt sich bekanntlich beim Überschreiten seiner synchronen Drehzahl in einen Generator, so daß alle durchziehenden Lasten übersynchron gesenkt werden. Die Steuerwalze für einfache Umkehrschaltung ist zugleich eine solche für *übersynchrone Senkschaltung*; sie erzeugt auf der Senkseite Drehzahlen, die bei nicht

durchziehenden Lasten wenig unter, bei durchziehenden über der synchronen liegen, wobei die Drehzahl um so höher wird, je größer die Last und der ihr entsprechende Generatorstrom sind.

Da unzulässig hohe Geschwindigkeiten auch bei voller Einschaltung des Anlaßwiderstandes nicht entstehen können, ist die übersynchrone Senkschaltung betriebssicher. Sie genügt für gewöhnlichen Schaltbetrieb, bei dem die Anforderungen an die Geschwindigkeitsregelung keine großen sind. Da dies erst recht für den Beschleunigungsbetrieb gilt, so wird auch dort die einfache Umkehrschaltung in großem Umfang angewendet. Allerdings müssen hier die mechanischen Bremsen viel reichlicher als bei den Gleichstromkranen mit elektrischer Bremsschaltung bemessen werden, weil die Verzögerungsbremsung ausschließlich von der mechanischen Bremse zu leisten ist. Dies gilt um so mehr, als sich beim Zurückschalten von den letzten auf die ersten Stellungen die Geschwindigkeit der durchziehenden Lasten infolge Wiedereinschaltung der Anlaßwiderstände steigern, so daß die Bremse bei der größten Senkgeschwindigkeit einfällt. Durch Verringerung des Ohmwertes (verkürzte Senkschaltung) wird nur eine geringe Verbesserung erreicht. Mehr bringt eine Schaltung, bei der die Anlaßwiderstände, nachdem sie auf der letzten Stellung kurzgeschlossen waren, beim Zurückschalten nicht wieder eingeschaltet werden. Öldämpfung des Bremslüfters mildert den Ruck beim Einfallen der Bremse. Steigt die lebendige Kraft der sinkenden Last jedoch über ein bestimmtes Maß, so muß auch beim Beschleunigungsbetrieb durch Bremsschaltung des Motors verzögert werden, bevor die mechanische Bremse sich schließt. Dies gilt zugleich dann, wenn infolge großer Schalthäufigkeit bei schwerem Betrieb eine zu starke Erwärmung der mechanischen Bremse ohne vorherige Motorbremsung eintreten würde.

Die Motorbremsschaltungen wurden aber zunächst nicht zur Verzögerungsbremsung, sondern zur Regelbremsung entwickelt, weil mit der einfachen Umkehrschaltung eine Regelung auf untersynchrone Geschwindigkeit bei durchziehenden Lasten nicht möglich war. Heute stehen drei Motorbremsschaltungen zur Verfügung. Zunächst entstand die Gegenstrom-Senkschaltung; später kam die, als „eh"-Schaltung bezeichnete, Einphasen-Generatorbremsschaltung heraus, zu der sich in neuerer Zeit die Bremsschaltung mit Umkehrphase gesellte.

Bei der Gegenstrom-Senkschaltung werden durchziehende Lasten auf den Stellungen „Senken—Bremse" mit Hubstrom gesenkt; die Größe des Gegenstromes wird durch mehrstufige Vergrößerung der Widerstände im Läuferkreis geschwächt und dem Lastwechsel angepaßt. Bei entsprechender Bemessung des Ohmwertes läßt sich eine unzulässig hohe Senkgeschwindigkeit auch bei schwerster Last vermeiden. Zum Senken nicht durchziehender Lasten schließen sich an die Stellungen „Senken—Bremse" mehrere Kraftstellungen an, auf denen die Widerstände zum größten Teil kurzgeschlossen werden. Auf diesen Stellungen können durchziehende Lasten übersynchron unter Stromrückgewinnung gesenkt werden.

Beim Übergang von der letzten Gegenstrom- auf die erste Kraftstellung muß eine Vertauschung der Netzphasenanschlüsse vorgenommen werden. Die beim Umschalten der Ständerwicklung an den Kontakten des Steuergerätes auftretenden Lichtbögen benötigten zu ihrer Abschaltung einen Schaltweg, der bei unmittelbarer Schaltung durch Starkstromkontakte des Steuergerätes einen nicht kleinen Abstand der Umschaltsegmente und dadurch eine schädliche Freifallstellung bildet. Schaltet man den Motor nicht unmittelbar, sondern durch Schütze, so kann der Unterbrechungswinkel am Steuergerät sehr klein gehalten und die Freifallstellung unterdrückt werden. Da jedoch die besonders bei größeren Motorleistungen beträchtlichen Lichtbogen nunmehr an den Schützkontakten auftreten, so bestand beim schnellen Umschalten von Bremse auf Kraft und zurück die Kurzschlußgefahr weiter. Erst durch die Erfindung der Lichtbogensperrung (Abb. 10) wurde dieser Mangel behoben und die Gegenstrom-Senkschaltung betriebssicher gemacht. Bei der Lichtbogensperrung wird ohne weitere Mittel, lediglich durch zweckentsprechenden Anschluß der Erregerspulen an die geeigneten Ständerpunkte, erreicht, daß das Senkschütz erst anspringen kann, nachdem der Lichtbogen am Hubschütz erloschen ist. Die Umschaltung erfolgt in der kürzesten Zeit, jedoch immer mit einer den Bruchteil einer Sekunde dauernden Pause, die zur Löschung des Lichtbogens erforderlich ist.

Der Gegenstrom-Senkschaltung haftete der Mangel an, daß leichtere Lasten und der leere Haken auf den Gegenstromstellungen nicht gesenkt, sondern unerwünschterweise gehoben wurden. Dies führte zur Entwicklung von Sperrbremsen, Schleppwalzen und Drehrichtungsschaltern, die zwar die ungewollte Hubbewegung verhinderten, aber nicht einfach und billig waren.

Abb. 10. Gegenstrom-Senkschaltung mit Lichtbogensperrung.

Das Streben, mit einfachen Mitteln eine der Gleichstrom-Generatorbremsschaltung gleichwertige Schaltung für Drehstrom zu entwickeln, schuf die „eh"-Schaltung. Der Ständer wird mit einphasigem Wechselstrom erregt, wobei zwei der für Sternschaltung gewickelten Motorphasen parallel und mit der dritten hintereinander geschaltet werden (Abb. 11). Der Motor läuft in dieser Schaltung nicht von selbst an (so daß eine ungewollte Hubbewegung nicht auftritt), wird er aber von der durchziehenden Last angetrieben, so bremst er als einphasig erregter Asynchronmotor. Auf die untersynchronen Bremsstellungen folgt eine Kraftstellung für den leeren Haken und leichte Lasten.

Abb. 11. Ständerschaltung der untersynchronen Senkschaltung „eh".

Die „eh"-Schaltung ist einfach und genügt, falls keine größeren Anforderungen an die Geschwindigkeitsregelung bei schweren Lasten gestellt werden. Dann muß allerdings als erste Stellung eine Gegenstrom-Senkstellung vorgesehen werden; denn durch die Einphasen-Bremsschaltung kann die Geschwindigkeit bei Vollast (bei einem Hubwerkswirkungsgrad von 80 %) nur auf etwa 70 % der vollen Hubgeschwindigkeit vermindert werden. Die Gegenstromschaltung auf Senken 1 hat aber wieder die unerwünschte Hubbewegung leichter Lasten zur Folge.

Die Bremsschaltung mit Umkehrphase (Abb. 12) arbeitet wie die „eh"-Schaltung mit verzerrten Feldern, womit allerdings der Nachteil einer größeren Stromaufnahme verknüpft ist.

Für den Anlaufregelungsbetrieb der Gießerei- und Montagekrane waren alle drei Schaltungen insofern nachteilig, als die leichten, nicht durchziehenden Lasten (Modelle, Kerne), die sich erst nach Überschalten der z. T. eine Hubbewegung hervorrufenden Bremsstellungen auf den Kraftstellungen in Bewegung setzen, dort allzu stark beschleunigt werden. Daß sich die mechanische Bremse infolge des längeren Schaltweges beim Zurückschalten über die Bremsstellungen verspätet schließt, erschwert ebenfalls das Zurücklegen kleinster Wege. Um

die Regelung bei leichten Lasten zu verbessern, wurde die Zweimotoren-Senkschaltung entwickelt, bei der die beiden auf der Hubseite gleichgerichteten Motoren von der halben Leistung auf den Senkstellungen zunächst gegeneinander geschaltet wurden, so daß eine ungewollte Aufwärtsbewegung vermieden werden konnte. Durch Schwächen des im Hubsinne bremsenden Momentes in dem einen Motor, und Stärken des im Senksinne treibenden Momentes im anderen, erreichte man eine gute Anpassung an den Lastwechsel. Aber der bauliche Aufwand, die Verteuerung der Anlagekosten und der große Energieverbrauch waren der Anwendung der Zweimotoren-Senkschaltung hinderlich.

Abb. 12. Ständerschaltung der untersynchronen Senkbremsschaltung mit Umkehrphase.

Man hatte schon bei der einfachen Umkehrschaltung davon Gebrauch gemacht, kleine Wege durch Stromspritzergeben, d. h. kurzes Ein- und sofortiges Wiederausschalten des Steuergerätes zwischen der ersten Stellung und der Nullage, zurückzulegen. Dies ging bei leichten Lasten, schwere zogen jedoch bei Kraftstrom-Einschaltung zu stark durch und legten zu große Wege zurück. Man benutzte dann bei Steuerwalzen mit Gegenstrom-Bremsschaltung einen besonderen Wahlschalter mit den beiden Stellungen „leichte" und „schwere Last". In der ersteren wurden die Bremsstellungen unwirksam gemacht, so daß auch bei leichten Lasten Stromspritzer gegeben werden konnten. Dabei wurde aber immer der Bremsmagnet mit ein- und ausgeschaltet. Hierbei entstehen Stöße, die empfindlichen Lasten, z. B. Formkästen, schaden, während sich die Kontakte des Steuergerätes durch die hohen Einschaltströme des Drehstrom-Bremslüftmagneten bei der gesteigerten Schalthäufigkeit stärker abnutzen. Auf die Schädigung des Magneten selbst wurde schon oben hingewiesen.

Abb. 13. Fußschalter für Tippschaltung.

Diese Mängel beseitigte die in Verbindung mit Gegenstrom-Senkschaltung entwickelte Tippschaltung durch Fußschalter nach Abb. 13. Dieser Fußschalter hat drei Schaltstellungen: die durch Rückschnellfeder eingestellte Ruhelage, in der die Gegenstromstellungen zum Senken schwerer Lasten wirksam sind, die durch Niederdrücken des linken Hebels bewirkte Ausschaltung des Gegenstromes für schwächer durchziehende Lasten und die durch tieferes Niederdrücken des rechten Hebels erfolgende Ausschaltung des Gegenstromes und Einschaltung des Kraftstromes für nichtdurchziehende leichte Lasten. Der Fußschalter schaltet die Spulen des Hub- und Senkschützes in Lichtbogensperrung. Durch den Fußschalter wird nur der Motor ein- und ausgeschaltet, die Bremse bleibt gelüftet. Durch kurzes Drücken und Loslassen der leicht beweglichen Fußschalterhebel vermag ein geschickter Kranführer bei allen Lasten kleine Wege zurückzulegen und die ungewollte Hubbewegung zu verhindern. Bei der Bremsschaltung mit Umkehrphase wird eine Feinsteuerung mit Wahlschalter angewendet, bei der durch ein Zeitschütz begrenzte und durch einen Drehrichtungsschalter gesteuerte Stromimpulse gegeben werden. Die neueste Entwicklung hat Fußschalter und Wahlschalter beseitigt und ermöglicht durch eine sich selbst regelnde elektrohydraulische Steuerung der mechanischen Bremse, alle Lasten auf der ersten Senk- und Hubstellung mit kleiner Geschwindigkeit zu bewegen.

4. Fahrwerksbremsung. Bei Fahr- und Drehwerken beschränkt sich die Aufgabe der Bremsung darauf, die Verzögerung stoßfrei auszuführen und den Lasthaken möglichst ohne Pendelung über die Stelle zu bringen, von der die Last angehoben oder auf die sie abgesetzt werden soll. Bei ortsfester Anordnung des Führerstandes zum Triebwerk geschieht dies am besten durch die Fußbremse, deren Wirkung durch das Gefühl des Kranführers fein gestuft werden kann. Bei Fernsteuerung wird eine durch Bremslüftmagnet betätigte mechanische Bremse benutzt, wenn genau gehalten und durch Endschalter selbsttätig stillgesetzt werden muß. Bremsmagnete sind auch dann erforderlich, wenn Windkräfte treibend wirken können, wie z. B. bei Verladebrücken-Fahrwerken. Hier muß eine sanft einsetzende Bremsung das Rutschen der Räder verhindern.

Motorbremsschaltungen (ohne Magnet) werden verwendet, wenn es bei mäßigen Geschwindigkeiten auf ein genaues Halten nicht so sehr ankommt, mit Magneten dann, wenn bei schnellfahrenden Katzen oder Kranen eine große lebendige Kraft durch die mechanische Bremse allein nicht schnell genug vernichtet werden kann, oder eine starke Abnutzung der Bremsbacken eintreten würde. Man verzögert dann mehrstufig durch Bremsschaltung den Motor, bevor man die mechanische Bremse einfallen läßt.

Bei Gleichstrom steht die Generatorbremsung (Fahrbremsschaltung) des Reihenschlußmotors zur Verfügung; sie weist allerdings den Mangel auf, daß die Bremskraft mit abnehmender Drehzahl immer schwächer wird.

Am wirksamsten bremst man große Massen mit Gegenstrom ab. Dies konnte jedoch erst betriebssicher bewirkt werden, nachdem Schützensteuerungen mit Wächtern zur Verfügung standen, bei denen der Gegenstrom so lange durch einen Zusatzwiderstand in zulässigen Grenzen gehalten wird, bis der Motor stillsteht, wobei also ein Kurzschließen der Anlaßwiderstände bei gegenläufigem Motor verhindert wird.

Sobald die Abbremsung großer lebendiger Kräfte mit der Forderung verknüpft ist, selbsttätig an den Fahrbahnenden stillzusetzen, wie dies bei schnellfahrenden Katzen auf Verladebrücken der Fall ist, kann die Gegenstrombremsung in der Endstrecke nicht mehr benutzt werden. Der Endschalter muß für die mit voller Geschwindigkeit fahrende Katze eingestellt werden. Fährt jedoch die Katze langsam in die Endstrecke ein, so kommt sie nicht mehr bis zum Ende; denn hierzu muß der Motor treibend wirken. Durch eine elektrohydraulische Regelung der mechanischen Bremse läßt sich erreichen, daß bei treibendem Motor und vorgeschalteten Anlaßwiderständen die Endstreckengeschwindigkeit durch die Schleifbremse auf ein Drittel oder weniger eingestellt wird.

Bei Drehstrom wird, wie bei der untersynchronen Senkschaltung, in Einphasen-Generatorbremsung oder aber mit Gegenstrom gebremst. Erstere Schaltung weist, wie die Gleichstrom-Fahrbremsschaltung, den Nachteil auf, daß die Bremskraft mit der Drehzahl immer mehr bis auf Null abnimmt, so daß nicht genau gehalten und bei großen Massenwirkungen auch nicht kräftig genug gebremst werden kann. Bei der Gegenstrombremsung ist auch bei stillstehendem Motor noch ein Bremsmoment vorhanden, so daß das mittlere Bremsmoment größer ist. Der Kranführer muß allerdings die ungewollte Umkehr der Bewegung durch rechtzeitiges Ausschalten des Steuergerätes nach Null verhindern, oder es muß ein Sperrgerät vorgesehen werden, das bei Umkehr der Bewegung den Motorstrom abschaltet.

Für Triebwerke, bei denen die Verzögerungsbremsung weich einsetzen muß, wie z. B. bei den Wippwerken von Hafenkranen, wird mehrstufig mit Gegenstrom gebremst. Vorher läßt man das Triebwerk stromlos auslaufen, indem man in der Nullage der Steuerwalze durch einen Druckknopf oder Fußschalter die Bremse gelüftet hält.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

ETZ-Einbanddecken 1935.

Für den Jahrgang 1935 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

Neue Normblätter der Lichttechnik.

Folgende von der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (DLTG) ausgearbeiteten Normblätter sind im November 1935 erschienen und können von der Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, oder durch den Buchhandel bezogen werden:

DIN 5031: Grundlagen, Bezeichnungen und Einheiten in der Lichttechnik,
DIN 5032: Photometrische Bezeichnung und Messung von Lampen und Beleuchtung,
DIN 5033: Bewertung und Messung von Farben,
DIN 5034: Leitsätze für Tagesbeleuchtung,
DIN 5035: Leitsätze für die Beleuchtung mit künstlichem Licht,
DIN 5036: Bewertung und Messung von Beleuchtungsgläsern,
DIN 5037: Bewertung von Scheinwerfern.

Die bisherigen VDE-Bestimmungen

VDE 0480/1928 (früher 425) „Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung" und
VDE 0482/1928 (früher 426) „Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen"

sind durch den Vorsitzenden des VDE außer Kraft gesetzt und durch DIN 5031 bzw. DIN 5032 ersetzt worden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V.

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 und 8886.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernr.: C 1 0011, App. 128

10. 1. 36 „Neuere Relais und Schutzschaltungen in elektrischen Netzen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Schultheiss VDE)

14. 1. 36 Teilnahme am Vortrag der Fachgruppe „Hochspannungsgeräte" in der Technischen Hochschule, Hörsaal EB 301, um 20 Uhr: „Leistungstrennschalter" (Leiter Dr. Krohne VDE). Aussprache für die Arbeitsgemeinschaft unter Leitung von Dr. Krohne folgt am 24. 1. 36.

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Kaiser, Berlin-Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernr.: F 2 3141

13. 1. 36 „Kabelkorrosionen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Roggau)

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Wagner, Berlin-Charlottenburg, Horstweg 4, Fernr.: C 4 0011, App. 3013

14. 1. 36 „Oberflächenschutz auf Aluminium (Vortragender: v. Uslar)

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. Hauffe, Berlin-Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernr.: D 9 2101

15. 1. 36 „Gittersteuerung von Gasentladungen", 2. Teil (Vortragender: Dr. A. Glaser)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. Viktor Aigner VDE, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmannstr. 12, Fernr.: D 1 0014, App. 404

16. 1. 36 „Ausgleichvorgänge bei Betriebs- und Fehlerschaltungen in Drehstromnetzen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Herbert Baatz VDE)

Einladungen

Fachgruppe: Hochspannungsgeräte.
Fachgruppenleiter: Herr Dr. Krohne VDE.

Fachversammlung
am Dienstag, dem 14. Januar 1936, 20 Uhr,
in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg,
Hörsaal EB 301.

Drei Kurzvorträge über das Thema:
„Leistungstrennschalter"
mit nachfolgender Aussprache.

1. Vortrag
des Herrn Dr. Krohne VDE über das Thema:
„Leistungstrennschalter".

Inhalt: Begriffserklärung. Hinweis auf die Prüfbestimmungen in den in Vorbereitung befindlichen neuen R.E.H. Nennspannungs- und Schaltleistungsbereich.

2. Vortrag
des Herrn Dipl.-Ing. Klostermann über das Thema:
„Bauformen von Leistungstrennschaltern".

Inhalt: Beschreibung der auf dem Markt befindlichen Konstruktionen hinsichtlich Aufbau, Löschprinzip, Abschaltleistung, Nennspannung, Isoliervermögen, Antrieb, Platzbedarf und Preiswürdigkeit. Kritik vom Standpunkt eines Elektrizitätswerkes aus.

3. Vortrag
des Herrn Dr.-Ing. Estorff VDE über das Thema:
„Anwendungsgebiete für Leistungstrennschalter".

Inhalt: Verwendung in Kleinschaltanlagen, Orts- und Ring-Netzstationen, Industrieanlagen in Verbindung mit Sicherungen. Verwendung in Großschaltanlagen. Betriebserfahrungen.

Im Anschluß an diese Kurzvorträge werden folgende besonderen Fragen zur Aussprache gestellt werden:

1. Wann ist durch Einführung der Leistungstrennschalter eine Vereinfachung der Schaltanlage möglich?
2. In welcher Reihenfolge müssen Leistungstrennschalter und zugehörige Sicherungen angeordnet werden?
3. Ist es ratsam, Leistungstrennschalter nur für die Unterbrechung des Betriebsstromes zu entwickeln?
4. Wie soll der Leistungstrennschalter künftig in den R.E.H. berücksichtigt werden?

Eintritt und Garderobe frei!

Schulungsveranstaltungen des NSBDT.

Unter Hinweis auf die in der RTA vom 11. Dezember 1935 veröffentlichte Bekanntmachung über die Gemeinschaftsarbeit des NSBDT und der RTA machen wir unsere Mitglieder auf die nachstehenden Schulungsveranstaltungen des NSBDT aufmerksam:

Kreis III.

13. 1. 1936: Pg. Prof. v. Arnim, Rektor der T. H. Berlin: „Technik und Krieg unter besonderer Berücksichtigung der Luftwaffe und der Luftabwehr". 20.15 Uhr Parkrestaurant Südende, Steglitzer Straße 13/14, am Bf. Südende;

Kreis VI, VII und VIII.

15. 1. 1936: Reichsschulungsobmann Pg. Dr. Stäbel MdR.: „Nationalsozialistische Technik". 20.15 Uhr Deutsches Vereinshaus (P. Kunze), Berlin NO 18, Landsberger Straße 89;

Kreis I und II.

16. 1. 1936: Pg. Prof. v. Arnim, Rektor der T. H. Berlin: „Technik und Landesverteidigung. Die drei Arten des modernen Krieges". 20.15 Uhr „Schillersäle", Charlottenburg, Bismarckstraße 110, Nähe Knie;

Kreis IV und V.

16. 1. 1936: Stadtbaurat Pg. Dr. Kölzow: „Die Rolle der Technik im Kampf um Deutschlands wirtschaftliche Freiheit". 20.15 Uhr „Kammersäle" Adolf Schinkel, Berlin SW 61, Teltower Straße 1/4.

Vortragsreihe.

Nachstehend wird die Inhaltsangabe der vom VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V. in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihe bekanntgegeben.

1. Vortrag (13. 1. 1936): „Grundbegriffe und Gesetze der Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen". Dr. M. Czerny, Professor a. d. Universität Berlin.

Inhalt: Begriff der Wahrscheinlichkeit. Die Gesetze der elementaren W.-Rechnung. Mittelwertsbildungen. Definition und Berechnung mittlerer Abweichungen (Streuung). Statistische Verteilungsgesetze. Newtonsche und Poissonsche Formeln. Gaußsche Verteilung. Über das praktische Arbeiten mit diesen Formeln. Die wesentlichen Gesetze werden durch Zahlenbeispiele und Versuche am Daltonschen Brett veranschaulicht.

2. Vortrag (20. 1. 1936): „Die Wahrscheinlichkeit in der Fertigungsüberwachung". Obering. K. Franz, Siemensstadt.

Inhalt: 1. Graphische Darstellung von Häufigkeitsbeobachtungen. 2. Beurteilung von Fertigungsmengen auf Grund von Stichproben. 3. Aufstellung von Lieferungs- und Abnahmebedingungen. 4. Anwendung der Großzahlforschung zur Klärung von Fertigungsschwierigkeiten. 5. Grenzen für die Anwendung der Großzahlbeobachtungen im praktischen Betrieb.

3. Vortrag (27. 1. 1936): „Beobachtungen, Vorschriften und Theorie der Schwankungen im Fernsprechverkehr". Dr.-Ing. Lubberger, Professor a. d. T. H. Berlin.

Inhalt: Fernsprechverkehr als „statistisches Gesetz". Gauß nicht anwendbar. Aufgabenstellung: Betriebsgüte, Verluste, Wartezeiten, Gleichzeitigkeit. Gleichungen von Bernouilli, Poisson, Erlang. Vorschriften in Deutschland, England, Frankreich, Dänemark, V. S. Amerika. Große Verluste, Linien-Gauß, Flächen-Gauß, Raum-Gauß. Vielsprecher, Kabelvorrat, Gruppenzuschläge, Streuungen um Mittelwerte.

4. Vortrag (3. 2. 1936): „Beobachtungen, Vorschriften und Theorie der Schwankungen im Fernsprechverkehr". Dr.-Ing. Lubberger, Professor a. d. T. H. Berlin.

Inhalt: Aufgaben, die mit besonders abzuleitenden Gleichungen zu lösen sind: Sprechhäufigkeit der Teilnehmer, rückwärtige Sperrungen, Leistungen einzelner Leitungen, Berechnung gemischter Felder, Stufenbreiten, Wartezeiten im Orts- und Fernverkehr. Verwendung dieser Gesetze in anderen technischen Zweigen.

5. Vortrag (10. 2. 1936): „Verborgene periodische Erscheinungen". Dr. J. Bartels, Prof. a. d. Forstlichen Hochschule, Eberswalde.

Inhalt: 1. Das Fehlerfortpflanzungsgesetz bei zufälliger Aufeinanderfolge (Beobachtungsfehler). 2. Erhaltungstendenz oder Wahrscheinlichkeitsnachwirkung und ihr Einfluß auf die Fehlerfortpflanzung (Registrierungen). 3. Periodische Erscheinungen, die von unperiodischen überlagert sind (Mondeinfluß auf die Atmosphäre, Ebbe und Flut). 4. Persistente und quasi-persistente Perioden (Beziehungen zwischen Sonnenflecken, erdmagnetischen Schwankungen und dem elektrischen Zustand der Ionosphäre oder Heaviside-Schicht). 5. Harmonische Analyse und Sinuswellen; Irrfahrt und Periodenuhren (Beispiele aus der Geophysik).

6. Vortrag (17. 2. 1936): „Das Auftreten von Wahrscheinlichkeitsgesetzen und Schwankungserscheinungen in der Physik". Dr. R. Becker, Professor a. d. T. H. Berlin.

Inhalt: Infolge der atomaren Struktur der Materie haben viele allgemeine Gesetze der makroskopischen Physik einen statistischen Charakter. Einteilung der physikalischen Erscheinungen nach Mittelwert, Breite und Ausläufer der Verteilungskurven. Gasdruck, Brownsche Bewegung, Schroteffekt. Verdampfung. Keimbildung und Kristallwachstum.

7. Vortrag (24. 2. 1936): „Das Auftreten von Wahrscheinlichkeitsgesetzen und Schwankungserscheinungen in der Physik". Dr. R. Becker, Professor a. d. T. H. Berlin.

Inhalt: Wahrscheinlichkeit und Kausalität in der modernen Physik. Radioaktivität. Die statistische Auffassung der Quantenmechanik. Heisenberg Ungenauigkeitsrelation, kontinuierlicher Übergang vom statistischen Charakter der Grundgleichungen zur praktisch strengen Kausalität bei meßbaren Vorgängen.

Zeit: Montag, abends pünktlich 18.30 bis 20 h.

Ort: Technische Hochschule Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) beim VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, II; Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein e. V., Berlin 133 02;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für VDE-Mitglieder . . . . 8,— RM
b) für deutsche Studenten . . . . 4,— „
c) für andere Teilnehmer . . . . 12,— „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Garderobe frei!

VDE Gau Berlin-Brandenburg e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Mittelhessen.

In Darmstadt hielt am 21. 9. 1935 Prof. Dr. Busch einen Experimentalvortrag über „Die physikalische Natur von Sprache und Musik als Grundlage der Fernsprechtechnik". Der Vortragende zeigte zunächst an Hand eindrucksvoller Versuche, welche Frequenzen für die verschiedenen Sprachlaute kennzeichnend sind und wie daraus die bekannte Abhängigkeit der Übertragungsgüte (Silbenverständlichkeit, Klangcharakter) von der Breite des übertragenden Frequenzbandes folgt. Prof. Busch zeigte sodann, wie die daraus sich ergebende Forderung nach Übertragung einer gewissen Mindestbandbreite die Grundlage bildet sowohl für den Bau der Fernsprechapparate (Mikrophon, Telephon, Lautsprecher) als auch für die Auslegung der Übertragungseinrichtungen (Pupinleitungen, Radioempfänger). Eine besondere Rolle spielt diese Forderung bei der zur Zeit im Vordergrund des Interesses stehenden Trägerstromtelephonie auf Leitungen — die früher nur auf Freileitungen betrieben wurde, sich neuerdings aber in immer zunehmendem Maße auch die Kabelleitungen erobert —, weil hier, ähnlich wie in der Rundfunktechnik, die geforderte Bandbreite die Zahl der innerhalb eines gegebenen Frequenzbandes unterzubringenden Übertragungskanäle bestimmt. Die Tatsache, daß man heute ernsthaft daran denkt, auf Sonderkabeln[1]) („Breitbandkabeln") über einen gemeinsamen Leitungsweg gleichzeitig bis zu 100 Träger-

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 1245.

frequenzgespräche zu übertragen, beleuchtet eindrucksvoll die Größe und die Schwierigkeit der Fragen, mit denen die heutige Fernmeldetechnik sich befaßt.

Gau Niederrhein.

Herr Dipl.-Ing. Bobeck hielt am 10. 10. 1935 in Krefeld einen Vortrag über „Auswirkungen der Rohstofffrage auf die Gestaltung und Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate". Bei der Beurteilung von Werkstoffen sind heute nicht nur ihre Eigenschaften und ihr Preis, sondern auch ihr Devisenanteil zu berücksichtigen. Die Einsparung von Devisen ist nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen notwendig, sondern es sind gleichzeitig Überlegungen über die Möglichkeit des Baues der Maschinen bei Mangel an gewissen Werkstoffen notwendig. Für den ersten Fall muß volle Güte und volle Wettbewerbsfähigkeit der Erzeugnisse gewahrt bleiben. Die Grundlage aller Überlegungen ist die Sparbeiwerttabelle, wonach eine elektrische Maschine auf Preisaufbau untersucht wurde. Aus dieser Untersuchung ergab sich ein Devisenaufwand von 14 % vom Herstellungspreis der Maschine. Den größten Anteil haben das Kupfer und die Isolierstoffe. Die erste Aufgabe gilt daher der Untersuchung, ob allgemein an Stelle von Kupfer Aluminium für Wicklungen verwendet werden kann. Bei Aluminiumwicklungen vergrößern sich die Abmessungen der Maschinen, und es ergibt sich daraus eine Verteuerung von 16 bis 30 %. Außerdem sinkt der Wirkungsgrad. Diese Wirkungsgradverschlechterung würde bei allen in der gewerblichen Wirtschaft Deutschlands laufenden Motoren einen jährlichen Mehrverbrauch an Strom bedingen, dessen Wert den der in allen Maschinen untergebrachten Kupferwicklungen erheblich überschreiten würde. Entscheidend für die allgemeine Einführung der Aluminiumwicklungen ist aber der Umstand, daß für Auslandslieferungen nach wie vor Kupfermaschinen gebaut werden müßten. Das würde die Führung zweier Reihen von Maschinen bedeuten, was für den Maschinenerzeuger wirtschaftlich untragbar wäre. Die technische Frage der Ausführung von Aluminiumwicklungen kann als gelöst bezeichnet werden. Bei Kurzschlußläufern ist für die Stabwicklung Aluminium längst eingeführt und hat sich bestens bewährt. Auch durch Verwendung von Stahlblech statt Gußeisen kann der Devisenbedarf gesenkt werden. Auch im Gleichstrommaschinenbau kann für Wendepole häufig ohne Nachteile Aluminium verwendet werden. Nicht möglich ist dies bei Erregerpolen für Synchronmaschinen. Bei den Isolierstoffen werden fast ausschließlich ausländische Rohstoffe genommen. Aber auch dafür werden gleichwertige Austauschstoffe geschaffen werden. An Stelle von Naturseide und Baumwolle soll Kunstseide treten. Glimmer soll durch Zellophanstoffe ersetzt werden. Stromwender müssen nach wie vor aus Kupfer gebaut werden. Bei kleineren Typen kann an Stelle des Glimmers Preßmaterial verwendet werden. Bei Bürstenhaltern kann durch reichlichere Verwendung von Stahlblech und Spritzguß ebenfalls an Kupfer und Messing gespart werden. Die Einschränkung des Devisenbedarfs bei Lagern ist möglich durch größere Verwendung von Wälzlagern oder geringprozentigen Weißmetallen. Beim elektrischen Apparatebau ist bei den stromführenden Teilen Kupfer nicht auszuschalten, während für alle übrigen Teile Gußeisen, Stahl und Siluminspritzguß mit Vorteil dort zu nehmen ist, wo heute noch gedankenlos Messingguß verwendet wird. Aluminium und seine Legierungen bilden die wichtigsten Austauschstoffe. Der Ingenieur muß daher lernen, auch diesen Werkstoff in seiner Verwendung gefühlsmäßig zu beherrschen und insbesondere die Technik der stromleitenden Verbindungen sich anzueignen.

Sitzungskalender.

Gau Aachen. 15. 1. (Mi), 20 h. T. H.: „Der gewitterfeste Transformator". Dr.-Ing. Frühauf.

Gau Danzig. 13. 1. (Mo), 20 h, T. H.: „Neuere Entwicklung der Elektrochemie" (m. Lichtb.). Prof. Dr. G. Masing.

Gau Niederrhein, Krefeld. 11. 1. (Sa), 19 h, Krefeld, Hotel Europäischer Hof: Jahres-Hauptversammlung.

Gau Niedersachsen, Hannover. 14. 1. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Aus der Praxis des Luftschutzes der Elektrizitätswerke". Obering. Dr. Sommer VDE.

VERSCHIEDENES.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Elektrotechnik. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Herausg. v. Dr.-Ing. G. Bolz, Dr.-Ing. F. Moeller u. Dipl.-Ing. Th. Werr. Bd. 2, Teil 4: Wechselstrommaschinen. Von Dipl.-Ing. Th. Werr. Mit 111 Abb., VI u. 130 S. in gr. 8⁰. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis kart. 4,60 RM.

Im vierten, augenscheinlich dem letzten Teile der Teubnerschen Leitfadenreihe geben die Verfasser einen gedrängten, aber doch hinreichenden Überblick über den Aufbau und die Wirkungsweise der Wechselstrommaschinen. In fünf Kapiteln werden der Reihe nach die Transformatoren, die gemeinsamen Erscheinungen in Wechselstrommaschinen, der Asynchronmotor, die Synchronmaschine und die Kommutatormaschinen behandelt; in einem Schlußabschnitt werden, allerdings sehr knapp, die Stromrichter in ihren wichtigsten Ausführungsformen beschrieben. Auf die Berechnung und Konstruktion wird nur andeutungsweise eingegangen, desto gründlicher aber auf die Erklärung der inneren Vorgänge und des Betriebsverhaltens, die sich überall, auch in den schwierigeren Kapiteln, durch Klarheit und Leichtverständlichkeit auszeichnen. Die Verfasser haben die Aufgabe, die verwickelten Zusammenhänge der verschiedenartigen Wechselstrommaschinen mit einfachen Mitteln, fast ohne Mathematik, aber doch in ausreichender Strenge darzustellen, mit großem Geschick gelöst. Zum Verständnis des physikalischen Inhaltes der Formeln tragen in erster Linie die vielen, zweckmäßig gewählten und gewissenhaft durchgerechneten Zahlenbeispiele bei, außerdem aber auch der Mehrfarbendruck der Diagramme, der in diesem (und dem vorhergehenden Teil II) Leitfaden wohl erstmalig angewandt wird und wegen seiner Übersichtlichkeit nachahmenswert erscheint. Das Heft ist offenbar für den Gebrauch an technischen Mittelschulen bestimmt; es wird sich aber auch unter den in der Praxis tätigen Fachgenossen viele Freunde erwerben, da es sich als Vorbereitung zu weitergehenden Studien und als kurze, zuverlässige Führung durch das vielseitige Gebiet der Wechselstrommaschinen vorzüglich eignet. C. Trettin VDE.

Aluminium-Freileitungen. Ein Hilfsbuch für die Planung und den Bau von Starkstrom-Freileitungen. Herausg. von Vereinigte Aluminium-Werke AG., Lautawerk (Lausitz) und J. Wilhelm Hofmann, Radebeul-Kötzschenbroda bei Dresden. 2. erweiterte Aufl. Mit 86 Abb., XX u. 266 S. im Format A 5. Verlag Aluminium-Zentrale G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geb. 2,50 RM.

Die Verfasser haben sich die Aufgabe gestellt, die physikalischen und technischen Eigenschaften des Aluminiums in einem gemeinsam von den Vereinigten Aluminiumwerken A.-G. Lautawerk und J. Wilhelm Hofmann, Radebeul-Kötzschenbroda, herausgegebenen Handbuch niederzulegen, so daß der Praktiker alles das übersichtlich geordnet vorfindet, dessen er für Planung, Bau und Betrieb von Aluminium- und Stahlaluminiumfreileitungen bedarf.

Die physikalischen Eigenschaften von Aluminiumseilen werden sinnfällig an Hand einer vergleichenden Gegenüberstellung von Kupfer, Bronze, Aluminium, Stahlaluminium und Aldrey erläutert und dargelegt, wie das Verhalten der verschiedenen Leitungsbaustoffe je nach den Betriebsbedingungen (Betriebsspannung, übertragene

Leistung und Klima) zu beurteilen ist. Selbstverständlich werden auch die nach heutigen Erfahrungen günstigen und empfehlenswerten Zugspannungen, Spannweiten und dergl. behandelt. Es gehört zum Thema der Aufgabe, auf die Gesichtspunkte nachdrücklich aufmerksam zu machen, die bei Behandlung, Verarbeitung und Unterhaltung von Aluminiumseilen insofern besonders beachtet werden müssen, als diese zum Teil bei Kupfer- und Bronzeleitungen von untergeordneter Bedeutung sind und daher wegen des früher geringeren Verwendungsumfanges von Aluminium für Leitungszwecke bisher vielfach wenig bekannt waren.

Die jetzt erreichte Güte der Aluminiumherstellung im Verein mit sachgemäßer Verarbeitung wird aber mit Sicherheit dazu führen, daß Aluminiumleitungen trotz mancher früher geltend gemachter Nachteile, wie teuerer Bauweise, die naturgemäß von dem Preisverhältnis Kupfer/Aluminium weitgehend abhängt, in Zukunft auch technisch allen berechtigten Anforderungen entsprechen werden. In diesem Sinne aufklärend zu wirken, ist der Zweck des wichtigen Kapitels: Verlegung der Aluminiumleitungen; hier werden durch Wort und Bild besonders empfohlene Hilfsvorrichtungen und ihre Handhabung beschrieben. Der Ortsnetzbau ist etwas kürzer behandelt als der Freileitungsbau, da man sich hier auf die zweckmäßige Bundherstellung, Abspannung und Verbindung solcher Leitungen beschränken konnte. Im übrigen ist gerade der Befestigung und Verbindung von Aluminiumleitungen ein besonderes Kapitel gewidmet, in dem alle Einzelheiten eingehend erörtert werden, und zwar unterteilt nach Stützen- und Hängeisolatoren, zugfesten und entlasteten Verbindungen und Stromklemmen. Neben der Befestigung der Seile werden auch die heute gebräuchlichen Schutzvorrichtungen gegen Schwingungen besprochen.

Bemerkenswert ist noch der Anhang, welcher die allgemein gehaltenen Ausführungen durch physikalische und technische Zahlenwerte unterbaut; hier findet man Tabellen über betriebswichtige Kennziffern der Baustoffe, Formeln für Festigkeitsberechnung von Seilen und für Durchhangsbestimmung, Daten über den Aufbau von genormten Seilen, Belastbarkeit von Seilen und einen Auszug aus den zugehörigen VDE-Vorschriften. Den Abschluß bildet eine Zusammenstellung des Schrifttums. Also mit einem Wort: Das Handbuch für den Praktiker.

H. Langrehr VDE.

Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gehilfen- u. Meisterprüfung im Elektro-Installateur-Gewerbe. Von F. Bode. 16. Aufl. Mit 351 Abb. u. 467 S. in kl. 8⁰. Verlag der Hauptstelle des V. E. I., Frankfurt a. M., Mainzer Landstr. 51, 1934. Preis geb. 4,80 RM.

Die 16. Auflage des Buches, das sich von seinem Erscheinen an als wirksames Hilfsmittel bei der praktischen Lehrlingsausbildung und bei der Vorbereitung zur Meisterprüfung im Elektro-Installateur-Gewerbe bewährt hat, weist zwar gegenüber den vorangegangenen Auflagen einige Kürzungen auf; jedoch hat dadurch sein Wert nicht etwa gelitten. Im Gegenteil wurde damit Raum für neue wichtige Gebiete gewonnen. So sind z. B. die Leitsätze für Schutzmaßnahmen des VDE sowie die Anschlußbedingungen der VdEW (REV) erweitert und in neuer, verständlicher Form behandelt worden. Ferner wurde das Kapitel Rundfunktechnik vollständig umgearbeitet und entsprechend der auf diesem Gebiete zu verzeichnenden Fortschritte vervollkommnet. Die Überarbeitung des Abschnittes 6, der die Leitungsberechnung und die Aufstellung von Kostenanschlägen betrifft, berücksichtigt die gegenwärtigen Verhältnisse und wird dankbar begrüßt werden. Auch in der 16. Auflage hat sich der Verfasser mit Erfolg bemüht, seinen seit vielen Jahren bekannten Leitfaden für eine gleichmäßige Durchbildung der Berufschulung der Elektroinstallateure praktisch verwendbar zu erhalten.

K. Krohne VDE.

Eingänge.

Bücher.

Nickel-Gußeisen. Nickel-Handbuch. Herausg. v. Nickel-Informationsbüro G. m. b. H., Frankfurt a. M. Leitung: Dr.-Ing. M. Waehlert. Mit 61 Abb., 2 Beilagen u. 60 S. im Format A 5. Wird kostenlos abgegeben.

Untersuchungen über die Anlaufverhältnisse von Großmaschinen (Dreschsätze und Gebläse) in der Landwirtschaft im Hinblick auf die Zulassungsbedingungen von Mehrnutmotoren. Von Dipl.-Ing. Dr. W. Dienst. Schriften des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft (RKTL), Heft 63. Mit 27 Abb. u. 54 S. im Format A 5. Selbstverlag des RKTL, Berlin SW 11, 1935. Preis kart. 1 RM.

Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. Von Dipl.-Ing. O. Weidling. (Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Konstrukteure und Facharbeiter. Herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon, Heft 54.) Mit 64 Abb. u. 57 S. im Format 155 · 225 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 2 RM.

Mercury arc rectifier practice. Von F. Ch. Orchard. Mit 105 Abb., XI u. 224 S. im Format A 5. Verlag Chapman & Hall, London 1935. Preis geb. 15 sh.

Fünfzig-Jahrfeier. 1. Teil: Ein halbes Jahrhundert Arbeit 1885—1935. Herausg. v. Internationalen Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmen. Mit 13 S. Abb. u. 198 S. im Format 210 · 270 mm.

Elektrowärme. Ein Handbuch für alle. Von Dr.-Ing. Fr. Mörtzsch. Mit 237 Abb., 390 Zahlentafeln u. 140 S. im Format A 5. Verlag Dr. Selle-Eysler AG., Abt. Techn. Verlag, Berlin 1935. Preis kart. 3 RM.

Industrielle Elektrowärme. Teil 1: Entwicklung, Eigenschaften, Wirtschaftlichkeit, Bedeutung, Bauformen. Herausg. v. der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. Bearb. v. Dipl.-Ing. Masukowitz unt. Mitarb. v. Prof. Dr.-Ing. Knoops u. der Elektroofen bauenden Industrie. Mit 99 Abb. u. 64 S. im Format A 5. Verlag: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft AFE, Berlin W 35. 1935. Preis geh. 1 RM. (Bei Abnahme von mehr als 5 Stück ist der Preis nach unten gestaffelt.)

[Diese Schrift soll weite Kreise der Elektrizitätswerke, Elektroofenindustrie, Verbraucher und Öffentlichkeit in allgemeinverständlicher Weise auf Eigenarten, Bedeutung und Bauformen der industriellen Elektrowärme hinweisen.]

Die Lehre vom Wirtschaftsbetrieb. (Allgemeine Betriebswirtschaftslehre.) Von Prof. Dr. W. Prion. 1. Buch: Der Wirtschaftsbetrieb im Rahmen der Gesamtwirtschaft. Mit VIII u. 162 S. im Format B 5. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,50 RM. 2. Buch: Der Wirtschaftsbetrieb als Wirtschaft (Unternehmung). Mit IV u. 217 S. im Format B 5. Preis geh. 9,60 RM, geb. 10,60 RM. Verlag Julius Springer, Berlin 1935.

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugend. 1936. Herausg. v. Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen E. V. Mit 115 Abb., 1 Karte u. 240 S. im Format A 6. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis kart. 0,95 RM, ab 25 Ex. 0,85 RM.

Kurze Elektrotechnik für Funker und Fernsprecher. Von Mügge. 3., neubearb. Aufl. Mit 47 Textabb. u. 66 S. im Format 125 · 190 mm. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 1,20 RM, bei 25 Exempl. je 1 RM.

Radio data charts. A series of abacs providing most of the essential data required in receiver design. Von R. T. Beatty. 2. Aufl. Herausg. v. Büro der „Wireless World". Verlag Iliffe & Sons, Ltd., London 1935. Preis geh. 4/6 s.

Grundlagen der Quantenmechanik. Von Dr. H. Dänzer. Bd. 35 der Wissenschaftlichen Forschungsberichte, Naturwiss. Reihe. Herausg. v. Dr. Raphael u. Ed. Liesegang. Mit 11 Abb., XI u. 163 S. im Format A 5. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1935. Preis geh. 12,—, geb. 13,— RM.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 3. Januar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 16. Januar 1936 | Heft 3

Einführung in VDE 0555 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Stromrichtern".

Von Dr.-Ing. E. h. M. Schenkel VDE, Berlin.

621. 314. 6

Der Stand der Entwicklung auf dem Gebiet der Stromrichter ließ es gerechtfertigt und notwendig erscheinen, Bewertungs- und Prüfungsbestimmungen durch den Verband Deutscher Elektrotechniker aufzustellen. Zu diesem Zweck hat der aus maßgebenden Fachleuten der herstellenden Industrie und der Verbraucherkreise bestehende VDE-Ausschuß für Stromrichter nach etwa dreivierteljähriger Arbeit in mehrfachen Sitzungen den in diesem Heft veröffentlichten Entwurf VDE 0555 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Stromrichtern" ausgearbeitet[1]).

Für die Ausschußarbeiten standen zum Vergleich die von Italien, Österreich, Polen, der Schweiz und den V. S. Amerika der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) vorgelegten Entwürfe von Gleichrichterregeln zur Verfügung. Ebenso konnte ein von der IEC aufgestellter Vorschlag für internationale Regeln[2]) verwertet werden, an dem der VDE-Ausschuß für Stromrichter gleichfalls mitgearbeitet hat.

Dem in diesem Heft veröffentlichten Entwurf VDE 0555 seien einige kurze Bemerkungen zur Erläuterung der wesentlichsten Punkte vorausgeschickt.

I. Gültigkeit.

Nach anfänglicher Neigung, die Regeln auch auf andere in der Entwicklung begriffene Vakuumapparate[3]) zu beziehen, ergaben die eingehenden Überlegungen des Ausschusses, daß es zweckmäßig sei, zunächst nur Gleichrichter durch die Bestimmungen zu erfassen. Die Regeln beziehen sich also auf Gleichrichter in Eisen- und Glasgefäßen mit flüssiger Quecksilber- bzw. Glühkathode ohne oder mit Gittersteuerung, und zwar für Nennströme ab 100 A und Nennspannungen bis zu 4000 V.

Die in mancher Hinsicht erforderlichen Sonderbestimmungen für andere Stromrichterarten, wie Wechselrichter und Umrichter, sind mit Rücksicht auf die noch im Fluß befindliche Entwicklung und noch nicht genügend vielseitigen Betriebserfahrungen vorerst nicht aufgenommen worden. Der Titel der Regeln, „Stromrichter", wurde jedoch absichtlich allgemein gefaßt, um diese Bestimmungen, soweit dies möglich, schon jetzt auf Wechsel- und Umrichter anwenden zu können.

Es erwies sich als notwendig, die Regeln auf die gesamte Gleichrichteranlage, also außer auf das Gleichrichtergefäß mit seinen verschiedenen Zubehörteilen, u. a. auch auf Gleichrichtertransformatoren zu beziehen, da für diese einige gegenüber VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.", abweichende Festlegungen erforderlich waren.

[1]) Siehe S. 75 dieses Heftes.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 1291.
[3]) Vgl. z. B. „Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit", Abschnitt 8: Stromrichter, ETZ 56 (1935) S. 708.

II. Begriffserklärungen.

Ähnlich wie in § 8 der R.E.T. unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Parallelbetriebs der Transformatoren eine Einteilung nach oberspannungs- und unterspannungsseitigen Schaltgruppen vorgesehen ist, enthält § 14 der Stromrichterregeln eine Zusammenstellung der gebräuchlichsten Schaltungen für Gleichrichtertransformatoren mit drei- und sechsphasiger Sekundärwicklung. Durch Wahl geeigneter Schaltgruppen für die Transformatoren parallelarbeitender Gleichrichteranlagen wird die Voraussetzung einer weitgehenden Verminderung von Oberwellen in der Gleichspannung und im Primärstrom geschaffen.

III. Bestimmungen.

Im Hinblick auf die besondere Bauart und Wirkungsweise der Entladungsgefäße mußte im Gegensatz zu anderen elektrischen Geräten davon abgesehen werden, die in den Regeln des VDE sonst üblichen Grenzwerte der Erwärmungen festzulegen (§ 22), es wurden lediglich höchstzulässige Bezugstemperaturen für die Kühlmittel angegeben.

Die in den Vorschlägen einzelner Länder sowie auch in einem IEC-Entwurf enthaltenen Überlastungsbestimmungen, die zum Teil bei mittelschwerem Betrieb für Vorort- und Überlandbahnen sowie bei schwerem Vollbahnbetrieb eine 50prozentige Überlast 2 h lang bzw. eine 200prozentige Überlast 5 min lang im Anschluß an Dauerbetrieb mit Nennleistung fordern, erschienen dem Ausschuß für Stromrichter als zu weitgehend.

Man kam zu dem Schluß, daß diese Überlastungsfähigkeit nicht im Zusammenhang mit der Festlegung der Nennleistung der Apparate selbst, sondern vielmehr bei der Planung der Anlage berücksichtigt werden müsse. Gemessen am gesamten Absatz sind Gleichrichter mit schweren und mittelschweren Betriebsbedingungen in der Minderzahl, so daß es ungerechtfertigt erschien, ganz allgemein derart hohe Leistungsreserven durch Stempelung mit einer geringeren Nennleistung in den Gleichrichter selbst zu legen. Aus diesem Grunde hat der Ausschuß nicht nur Überlastungspunkte, sondern die in § 23 angegebenen Überlastungsschaulinien für Eisen- und Glasgleichrichter mit Quecksilberkathode vorgeschlagen. Die etwa weitergehenden Erfordernisse des Bahnbetriebes werden durch eine zusätzliche Bestimmung berücksichtigt, daß bezüglich der Überlastung von Gleichrichtern für mittelschweren Betrieb auf Stadtschnellbahnen, Vorort- und Überlandbahnen sowie für schweren Vollbahnbetrieb Sondervereinbarungen zu treffen sind.

Hinsichtlich der Isolationsprüfungen für Gleichrichter und Gleichrichtertransformatoren gemäß § 25 herrscht ziemlich weitgehende Übereinstimmung der deutschen Regeln mit den ausländischen Vorschlägen und dem Entwurf der IEC. Mit Rücksicht auf den Gleich-

richterbetrieb war es erforderlich, für die Sekundärwicklungen von Gleichrichtertransformatoren Prüfspannungen festzulegen, die von denen anderer Transformatoren entsprechend R.E.T. abweichen.

Ebenso mußten für die Kurzschlußmessungen am Gleichrichtertransformator (§ 28) über die R.E.T. hinausgehende Bestimmungen getroffen werden. Diese haben ihren Grund darin, daß bei den Kurzschlußmessungen (Kurzschlußspannung und Kurzschlußverlust) bei sechsphasiger Sekundärwicklung des Gleichrichtertransformators jeweils zwei Messungen mit drei um 120° phasenverschobenen kurzgeschlossenen Sekundärwicklungen erforderlich sind. Außerdem sind bei einigen Schaltungen für die Ermittlung der im Gleichrichterbetrieb auftretenden Kurzschlußverluste Zuschläge zu den bei der Prüfung mit sinusförmigem Strom gemessenen Kurzschlußverlusten notwendig. Diese Verlustzuschläge, welche die unterschiedlichen Stromverhältnisse im Kurzschlußversuch und im Gleichrichterbetrieb berücksichtigen, sind für die einzelnen Schaltungen besonders angegeben.

Leistungsfaktor und Verschiebungsfaktor können bei durch Gleichrichterlast verzerrter Primärspannung nicht mehr eindeutig durch die Kenngrößen der Gleichrichteranlage bestimmt werden, da sie noch abhängig von den Blindwiderständen des speisenden Primärnetzes sind. Um eindeutige Meßergebnisse als Grundlage für die Gewährleistungen zu erhalten, wurden daher für die Bestimmung von Verschiebungsfaktor und Leistungsfaktor praktisch sinusförmige symmetrische Primärspannungen vorausgesetzt.

Die Bekanntgabe weiterer Anregungen und Verbesserungsvorschläge für die Bearbeitung der Schlußfassung von VDE 0555 wird vom Ausschuß für Stromrichter dankbar begrüßt werden.

Kritische Betrachtung der Bauformen und Baumittel neuzeitlicher Innenraum-Schaltanlagen.

Praktische Erfahrungen und Prüffeldversuche.

Von Immanuel Sihler VDE, Berlin.

621. 316. 268

Übersicht. Das stürmische Schaffen brandsicherer Schaltgeräte, Wandler und Endverschlüsse in den Jahren 1929/31 führte auch auf dem Schaltanlagengebiet zur Entwicklung ganz neuer Bauweisen, über die heute mehrjährige Betriebserfahrungen sehr günstiger Art vorliegen. Es dürfte daher den Betriebsmann interessieren, welche Wege zu den neuen Bauformen führten. Die vorliegende Arbeit zeigt besonders interessante Teilausschnitte der seinerzeit für diese Entwicklung gemachten Untersuchungen.

Die Aufgabe sowohl bei der Planung neuer Schaltanlagen als auch bei Umbauten lautet, alle Störungsmöglichkeiten so zu berücksichtigen, daß die Zahl und die Zeitdauer von Unterbrechungen in der ordnungsgemäßen Stromversorgung auf ein Mindestmaß beschränkt wird.

Abb. 1. Zusammenstellung von Ölschalterschäden nach Ursache und Auswirkung.

Bei dem Bemühen, dieser Forderung mittels einer allgemein gültigen Lösung gerecht zu werden, griff man in Ermangelung besserer Unterlagen immer wieder zu den hier und dort gesammelten Einzelerfahrungen. In Wirklichkeit boten diese unter den verschiedensten Bedingungen gemachten Erfahrungen aber infolge ihrer unmöglichen Verallgemeinerung keine sichere Grundlage für eine allgemeine Lösung.

Um hier eine dringend notwendige Wandlung zu schaffen, wurden die im einzelnen gemachten Erfahrungen, und zwar besonders solche, die in den Störungsstatistiken der verschiedensten in- und ausländischen Werke und in der Unfallstatistik schriftlich genau festliegen, einer systematischen Auswertung und Ordnung unterzogen[1]).

Abb. 2. Störungshäufigkeit und Störungsursachen von Schaltgeräten in Hochspannungsanlagen.

Einen Teilausschnitt dieser interessanten Untersuchungen zeigt z. B. Abb. 1. Hier ist das Verhalten mehrerer hundert in- und ausländischer Ölschalter verschiedenen Ursprungs in Störungsfällen zusammengestellt. Man kann daraus erkennen, wo der Apparatekonstrukteur oder der Betriebsmann oder der für den Schaltereinbau verantwortliche Konstrukteur mit ihren Bemühungen für Verminderung dieser Störungen einsetzen müssen. Abb. 2 zeigt eine der früher üblichen Schaltanlagenbauweisen. Es sind darin die Untersuchungen von 646 mit Unfällen verbundenen Störungen eingetragen, und man sieht, welche Geräte den höchsten Störungsanteil aufweisen, und kann daraufhin wieder Entscheidungen zur Vermeidung dieser Störungen treffen. Abb. 3 stellt eine auf Grund obiger Überlegungen geschaffene Hochspannungs-Schaltzelle dar,

[1]) Siehe VDE-Fachberichte 1934, S. 67. Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 339 u. 396.

bei der Berührungs- und Bedienungsschutz sowie gute Übersichtlichkeit über die zu einem Abzweig gehörenden Geräte in einer Lösung vereinigt sind. Um ganz sicher zu gehen, wurden im Prüffeld der Siemens-Schuckertwerke an diesen Hochspannungszellen bzw. Teilausschnitten von solchen noch eingehende Versuche über die mögliche Entstehung und Auswirkung von Fehlern angestellt, um so eine wirklich zuverlässige und für jeden Einzelfall anwendbare Grundlage zu schaffen. Die Versuche umfaßten die mechanische und elektrische Prüfung jedes Bauteils für Anlagen bis 30 kV und erstreckten sich über sämtliche Geräte, angefangen vom Endverschluß bis zur Sammelschiene einschließlich des Zellenaufbaustoffes.

ohne Lichtbogenschutz — *mit Lichtbogenschutz*

a Expansionsschalter
b Druckluft-Steuerventil
c direkt angebauter Druckluft-Antriebskolben
d Handschnellantrieb
e Instrumente und Relais
f Querloch-Topfstromwandler
g Schutzplatte

Abb. 3. Stahlbinderzelle mit Expansionsschalter Reihe 10.

Das in den letzten Jahren im Schrifttum und in Vorträgen so vielfach behandelte Leistungsschalterproblem ließ die Frage der Kurzschlußfestigkeit der übrigen Anlagenteile mehr als erwünscht in den Hintergrund treten. Die Versuche mit Kurzschlußstoß-Beanspruchungen bis 100 kA zeigten aber deutlich, wie notwendig es ist, sich auch über die Kurzschlußfestigkeit der verschiedenen Arten von Kabelendverschlüssen, der Anschlußfahnen von Trennschaltern und Wandlern oder die Umbruchfestigkeit von Durchführungen an Hand von Versuchen Klarheit zu verschaffen, und daß zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit einer Schaltanlage mit dem Austausch der Leistungsschalter allein noch längst nicht immer alles getan ist. Bei Berücksichtigung der wirklich möglichen Kurzschlußströme wird man dann des öfteren zur Wahl von Geräten höherer Stromstärke gezwungen sein, als dem Nennstrom des Abzweiges selbst entspricht.

Über die Notwendigkeit von Zellentrennwänden sowie die Art der hierfür verwendeten Baustoffe wurden oft die widersprechendsten Ansichten geäußert. Ebenso bestand über die Frage der Zweckmäßigkeit und die Ausgestaltung von Lichtbogenschutzdecken zwischen Sammelschienen und Trennschaltern noch keine einheitliche Meinung. Es sollten deshalb durch Versuche folgende Aufgaben geklärt werden:

1. Zellentrennung, Notwendigkeit einer solchen, Baustoffe dafür.
2. Verhalten von Lichtbögen in Hochspannungszellen. Wirksamkeit der verschiedenen Mittel zur Störungsbegrenzung.
3. Einwirkung von Lichtbogenqualm auf die Isolation der Anlage.

Das Ergebnis dieser umfangreichen Untersuchungen ist nachfolgend zusammengefaßt. Die einzelnen Fragen wurden der Klarheit wegen dabei noch weiter unterteilt.

Frage 1: a) Ist eine Zellentrennung überhaupt nötig?
b) Wenn ja, wie wird dieselbe am vorteilhaftesten gestaltet?
c) Verhalten verschiedener Baustoffe, u. a. auch Drahtglas.

Zu 1 a):

In Innenraum-Schaltanlagen bis 30 kV ergeben wirtschaftliche Abzweigteilungen so geringe Abmessungen, daß die Bedienenden beim Arbeiten in einem Abzweig durch die nahegelegene Spannung des Nachbarabzweiges gefährdet sind, sofern nicht ein ausreichender Berührungsschutz in irgendeiner Form zwischen den beiden Abzweigen vorhanden ist. Bei Geländern zwischen eng aneinanderliegenden Zellen muß peinlich darauf geachtet werden, daß während der Arbeiten einschiebbare Wände eingesetzt werden, obwohl solche Wände keine zwangsmäßige Sicherung darstellen. Gitter als Abzweigschutz bieten auch nicht immer ausreichenden Schutz gegen Gefährdung. Man denke nur an die leichte Möglichkeit des Durchschnellens von Leitungsenden beim Auswechseln von Meß- und Steuerleitungen und dergl. Ferner können Gitter kaum als Mittel zur Störungsbegrenzung innerhalb der Anlagen angesprochen werden. Ein Versuch hat gezeigt, daß an Schutzgittern zwar ein Lichtbogen stehen bleiben kann, daß aber den dabei entstehenden heißen Gasen ohne weiteres Durchlaß nach dem Nachbarabzweig gewährt wird. Gerade durch heiße Gase aber können, abgesehen von einer möglichen Personalgefährdung, Überschläge an Isolatoren eingeleitet werden.

Feste Trennwände zwischen den Abzweigen gewährleisten die weitestgehende Sicherung gegen ein Weitergreifen von Störungen. Die dabei mangelnde Übersicht über die gesamte Anlage schadet nichts, da auf Grund einer Gesamtübersicht niemals vom Betrieb Entschlüsse für Schalthandlungen getroffen werden.

Zu 1 b):

In der Zeit der Ölschalter und Ölwandler verwandte der deutsche Schaltanlagenkonstrukteur als sehr beliebten Baustoff für die Abzweigtrennung gemauerte Wände oder Schieferasbest- und Hartgipsplatten verschiedener Ausführungen. Da bei Platten aus Schieferasbest das Traggerüst für die Platten nicht so einfach durchgebildet werden kann wie für Hartgipsplatten, bevorzugte man in Deutschland die letzteren besonders. Sie haben den Vorteil, selbst lange andauernden Hitzewirkungen, wie sie bei Ölbränden vorkommen, standzuhalten und sind auch mechanisch recht widerstandsfähig. Unangenehm ist allerdings die bei der Erstellung der Wände unvermeidliche Staubentwicklung und Verschmutzung. Vor allem aber können schwere und bewegte Teile, wie Antriebsgestänge oder ganze Schalter, z. B. solche der neuzeitlichen öllosen Wandformen, doch nicht direkt an den Wänden befestigt werden, sondern man muß diese wieder durch besondere Trageisen abfangen. Bei den heute durchweg verwendeten öllosen und ölarmen Schaltern, Wandlern und Endverschlüssen ist mit lange andauernden, starken Hitzewirkungen aber gar nicht mehr zu rechnen, und man kann daher Zellentrennwände auch aus doppeltem Stahlblech mit Luftzwischenraum ausführen.

verschraubt — *1000* — *verschraubt*

Abb. 4. Aufbau einer Zellentrennwand in Stahlbinderform.

Durch Ineinanderschachtelung von zwei an den Kanten umgebogenen Blechen erhält man, wie in Abb. 4 ersichtlich, ohne jede Profileisenversteifung feste Zellenbinder von außerordentlicher Steifigkeit, sog. Stahlbinder[2]).

[2]) DRP Nr. 538 656 u. 565 261.

Die Aufstellung erfolgt durch den Elektromonteur im Laufe des übrigen Anlagenaufbaues, also ohne fremde Kräfte, wie Gipser und Maurer. Die Erdung wird denkbar einfach und die Erweiterung einzelner Zellen sehr bequem. Der Vorzug einer werksfertigen Vorbereitungsmöglichkeit vollständiger Zellen sowie geringes Eigengewicht und die Befestigungsmöglichkeit von Schaltgeräten selbst großer Gewichte an beliebiger Stelle tragen wesentlich zur Verkürzung der Erstellungszeit der Anlage bei. Es war nur zu untersuchen, ob derartige Stahlbinder auch genügend lichtbogensicher sind.

Zu 1c):

Eine nach Abb. 5 aufgebaute Anordnung zeigt, wie ein normaler Stahlbinder dem Lichtbogen ausgesetzt wurde. Die Einleitung des Lichtbogens erfolgte durch einen Zünddraht, der Stoßkurzschlußstrom betrug rd. 20 000 A ampl. und der Dauerkurzschlußstrom 6000 A_{eff} bei einer Spannung von 6 kV. Die Platte selbst war geerdet. Dadurch brannte der Lichtbogen meist nicht zwischen den beiden Elektroden, sondern blieb zwischen der spannungsführenden Elektrode und der Platte stehen. Abb. 6 zeigt ein nach dem Versuch aufgenommenes Lichtbild. Abgesehen vom Anbrennen des Farbanstriches ließen sich an der dem Lichtbogen zugekehrten Binderseite keine bleibenden Veränderungen feststellen.

Abb. 5. Anordnung für Lichtbogenversuche an Stahlbindern.

Abb. 6. Lichtbogeneinwirkung auf einen Stahlbinder.

Um den bei Störungen sich ergebenden Verhältnissen näherzukommen, wurden die nächsten Versuche nicht mit feststehendem Lichtbogen durchgeführt, sondern die Platte selbst als Elektrode geschaltet und dem Lichtbogen Gelegenheit zum Wandern gegeben. Die Belastungszeiten waren wieder 4,25 bis 6 s. Infolge der gleichen Abstände zwischen Stromleiter und Stahlbinder sowie der guten Wärmeleitfähigkeit des letzteren an den Lichtbogenfußpunkten bildeten sich an diesen nur kleine Schmorperlen. Die dem Lichtbogen nicht ausgesetzte Seite der Stahlbinder zeigte weder ein Abblättern oder Färben des Anstrichs, noch sonstige Zeichen der Lichtbogeneinwirkung.

Die nächsten Versuche sollten unter noch härteren Bedingungen, als sie in der Praxis zu erwarten sind, vorgenommen werden, und zwar mit feststehendem Lichtbogen zum Stahlbinder bei einer Steigerung der Belastungsdauer von 4,5 bis zu 7 s. Dabei entstand zuletzt in der vorderen Platte eine Durchbrennung, wogegen die dem Lichtbogen abgewandte Binderrückseite völlig unbeschädigt blieb und keinerlei bleibende Veränderungen zeigte.

Die Versuche ergaben, daß also auch Stahlbinder den in der Praxis vorkommenden Beanspruchungen gewachsen sind, was inzwischen durch die Praxis selbst bestätigt wurde; denn von den mehreren hundert bisher in Betrieb befindlichen Platten gab keine einzige der im Störungsfalle erprobten zu irgendwelchen Beanstandungen Anlaß. Eine weitere Erkenntnis war, daß Zellenbinder in Form von U-Eisenrahmen mit beiderseitiger Blechverkleidung vorteilhafterweise auf der oberen Einfassungsseite mit Entlüftungsöffnungen versehen werden, da sonst sehr leicht im Augenblick einer plötzlichen Blecherwärmung die sich stark ausdehnende Luft nicht aus dem Binder entweichen kann. Infolge des hierdurch entstehenden Überdrucks muß dann mit einer Ausbeulung und bleibenden Verziehung der Platten gerechnet werden.

Die ebenfalls werkseitig vorbereiteten Zellenbinder aus Hartgipsplatten mit Profileiseneinfassung lassen sich, insbesondere bei Anlagen höherer Spannungen, infolge der großen Gewichte schwer handhaben.

Mit Rücksicht auf eine Verbesserung der Beleuchtung der Anlagen ist es manchmal erwünscht, die senkrechte Trennwand zwischen zwei verschiedenen Sammelschienensystemen aus Drahtglas herzustellen. Im Rahmen der beschriebenen Versuche wurden auch Drahtglasplatten dem Lichtbogen ausgesetzt und festgestellt, daß senkrechte Wände zwischen Doppelsammelschienen und deren Trennschalter ohne weiteres auch aus Drahtglas hergestellt werden können.

Frage 2:
- a) Wie bewegt sich ein frei auf der Sammelschiene oder an einem senkrechten Abzweig brennender Lichtbogen?
- b) Sind in wichtigen Anlagen, insbesondere in solchen hoher Kurzschlußleistung, Lichtbogenschutzdecken zwischen Trennschaltern und Sammelschienen überhaupt erforderlich und welche Form müssen dieselben erhalten?
- c) Sind zwischen den Sammelschienensystemen selbst oder zwischen den beiden Sammelschienen-Trennschaltern eines Doppel-Sammelschienensystems Schutzwände nötig?
- d) Besteht die Möglichkeit, daß ein Lichtbogen durch die eigene thermische und dynamische Beweglichkeit ausgeht, oder gibt es einfache Mittel, um das Ausblasen des Lichtbogens zu fördern, z. B. Hörner?

In einer nach Abb. 7 aufgebauten Zelle wurde der Strom dem Trennschalter *a* zugeführt und über die bei *b* miteinander verbundenen Sammelschienen dem Trennschalter *c* zugeleitet. Bei der ersten Versuchsreihe wurden die drei unteren Klemmen des Trennschalters *c* fest miteinander verbunden, der Trennschalter geöffnet und seine Unterbrechungsstellen mit drei dünnen Drähten überbrückt, was in der Wirkung dem Ziehen des Trennschalters unter Last gleichkommen sollte. Sodann wurde auf den hinteren Trennschalter und die Sammelschiene der Prüfgenerator geschaltet. Seine Spannung betrug 6 kV, der Kurzschlußstrom wurde durch Drosselspulen auf 700 A_{eff} begrenzt. Die Versuche zeigten, daß der Lichtbogen nicht über die geöffnete Trennstrecke eines einseitig an Spannung liegenden Trennschalters hinwegwandern kann.

Bei den nächsten Versuchen wurden an die unteren Stützer des Trennschalters drei rd. 1,2 m lange Flachleiter *d* aus Aluminium angeschlossen, von denen zwei mit einem dünnen Draht überbrückt wurden. Beim Draufschalten konnte man beobachten, daß der Lichtbogen sofort nach unten wanderte; nach dem Oszillogramm ging der 2polige Kurzschluß nach 0,8 s in einen 3poligen über. Ferner machte der Lichtbogen mehrfach den Versuch, von selbst zu erlöschen, es kam jedoch immer zu Rückzündungen, bis der Prüffeldschalter abschaltete. Sodann wurden die drei Flachleiter *d* zu einem Halbkreis von 50 cm Dmr. nach vorn gebogen und wie vorher ein Lichtbogen zwischen zwei Polen eingeleitet. Der Lichtbogen wanderte schnell

nach unten und die Leiter entlang nach vorn. Dort wurde er entsprechend seiner magnetischen Blasung schräg nach oben in die Länge gezogen, faßte nochmals am Trennschalter Fuß und wurde wieder nach unten getrieben. Er erlosch erst infolge Abschaltung durch den Prüffeldschalter.

a Trennschalter *b* Sammelschienen *c* Trennschalter *d* Flachleiter

Abb. 7. Versuchsanordnung für Lichtbogenversuche in Hochspannungszellen mit waagerechter Schutzdecke.

Bei der nächsten Versuchsreihe wurde der Strom den Leitungen *d* unterhalb der Trennschalter zugeführt und der Lichtbogen rd. 10 cm unterhalb des eingeschalteten Trennschalters *c* gezündet. Der Lichtbogen wanderte sofort in die Höhe und blieb an den Durchführungen oberhalb des Trennschalters bis zum Abschalten durch den Prüffeldschalter stehen. Das Porzellan der Durchführungen sowie der oberen Trennschalterstützer war zum Teil geschmolzen, zum Teil zersprang es durch den plötzlichen Temperaturanstieg. Ein Übertritt des Lichtbogens auf die Sammelschienen trat jedoch nicht ein; auch nicht, nachdem der Lichtbogen abgeschaltet und gleich wieder daraufgeschaltet wurde. Zur Rückprüfung, daß der Lichtbogen beim Fehlen von Hindernissen tatsächlich nach den Sammelschienen wandert, wurde der Zünddraht beim nächsten Versuch oberhalb der Durchführungen zwischen den drei Polen angebracht. Der Lichtbogen wanderte sofort nach oben zu den Sammelschienen und auf diesen weiter über die Zellentrennwand bis an die Enden der Sammelschienen. Die Richtung der Lichtbogenwanderung auf der Sammelschiene war bei den einzelnen Versuchen verschieden und ohne Gesetzmäßigkeit, der Lichtbogen lief sowohl nach rechts als auch nach links. Beim letzten Versuch dieser Reihe wurde ein Lichtbogen mit 6500 A_{eff} von der Sammelschiene über die geöffneten Trennschalterkontakte eingeleitet, was einem Ziehen des Trennschalters unter Last bei 6500 A_{eff} entsprach. Abb. 8 zeigt, daß die sechs Porzellanstützer des Trennschalters vollkommen zerplatzten. Die Zugstangen aus Hartpapier waren jedoch nur an ihrer Oberfläche verkohlt und hielten dadurch die Trennmesser mit den daran hängenden Flachleitern. Der Schaden blieb vollkommen auf die Zelle beschränkt.

Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde die Lichtbogenschutzdecke entfernt und die über den Sammelschienen liegende Decke bei dem einen Sammelschienensystem ganz entfernt, um dem Lichtbogen Gelegenheit zu bieten, in die Höhe geblasen zu werden. Bei von unten zugeführtem Strom und unterhalb des Trennschalters gezündetem Lichtbogen lief letzterer wieder auf den Sammelschienen entlang und blieb dort bis zur Abschaltung

Abb. 8. Hochspannungszelle mit waagerechter Lichtbogenschutzdecke. Einwirkungen des Lichtbogens nach einem Phasenkurzschluß.

durch den Prüfschalter stehen. Die Auswertung der Filmaufnahme ergab eine Lichtbogengeschwindigkeit von rd. 25 m/s.

Abb. 9. Hochspannungszelle mit senkrechter Lichtbogen-Schutzanordnung im Zuge der Sammelschienen. Einwirkungen des Lichtbogens nach einem Phasenkurzschluß.

Im weiteren Verlauf wurde nun zum Vergleich eine Zellenanordnung gemäß Abb. 9 untersucht, bei der die Sammelschienen mittels Durchführungen durch die Zellenwände geführt wurden und kein besonderer Lichtbogenschutz zwischen Trennschalter und Sammelschiene angeordnet war. Der Strom wurde mehrfach den Trennschaltern von unten zugeführt und der Lichtbogen etwa 1 m unterhalb der Trennschalter gezündet. Stets lief der Lichtbogen mit rd. 10 m/s an den Schienen in die Höhe, blieb kurzzeitig am Trennschalter stehen, um dann sofort über die Sammelschienen nach den Durchführungen zu wandern, wo er stehen blieb, bis der Prüffeldschalter ihn abschaltete. Es gab keinen Fall, bei welchem der Lichtbogen den Versuch machte, selbst zu erlöschen, und stets waren die Durchführungen so beschädigt, daß sie ausgewechselt werden mußten. An den Zellenbindern aus Stahl

konnten immer nur geringfügige Strommarken der Fußpunkte des Lichtbogens festgestellt werden. Für den Betrieb bedeutet dieser Aufbau wegen der großen Nennstromstärken der Durchführungen stets eine wesentlich längere Betriebsunterbrechung als die Anordnung nach Abb. 8. Hier bleibt die Sammelschiene weiter betriebsbereit, und es genügt, die drei kurzen Verbindungsleitungen zwischen Durchführungen und Sammelschienen herauszunehmen, was in wenigen Minuten besorgt werden kann; wogegen bei der Anordnung nach Abb. 9 in mindestens drei Abzweigzellen gearbeitet werden muß.

Interessant war noch der Versuch, an den Sammelschienen eine Art Hörner anzubringen zum Zwecke, den Lichtbogen von den Sammelschienen wegzuleiten und selbst zum Erlöschen zu bringen. Die Filmaufnahme zeigte, daß der Lichtbogen tatsächlich mehrmals an diese Hörner wanderte, jedoch nicht von selbst erlosch, sondern immer wieder auf die Sammelschiene zurückschlug.

Zusammenfassend kann auf Grund dieser Versuche die Frage 2 wie folgt beantwortet werden:

Zu 2a):

Der Lichtbogen wandert schon bei einer Stromstärke von 600 A durch die dynamische Wirkung immer in der Richtung von der Energiequelle fort, ganz gleichgültig, ob in einer Zelle die Energie von oben oder von unten zugeführt wird. Er wandert auch über Kupplungsschalter von einem Sammelschienensystem auf das andere, sofern ihm auf diesem Wege nicht Hindernisse in Form von Wänden mit Durchführungen entgegenstehen. Die Lichtbogengeschwindigkeit ist abhängig von der Stromstärke und der Leiterentfernung. Sie betrug bei 1000 A rd. 10 m/s, bei 6000 A rd. 20 bis 30 m/s. Der thermische Auftrieb der heißen Gase hat einen wesentlich geringeren Einfluß auf die Lichtbogenwanderung, als dies vielfach angenommen wird.

Zu 2b):

Bei wichtigen Anlagen, also z. B. großen Industrieanlagen oder Kraftwerken, sollte entsprechend der zu Beginn des Aufsatzes erwähnten Aufgabenstellung stets versucht werden, auftretende Störungen auf den betreffenden Abzweig zu beschränken. Dies ist nach den gemachten Versuchen mit einiger Sicherheit durch den Einbau von Lichtbogenschutzdecken mit Durchführungen möglich. Dabei muß die Form der Lichtbogenschutzdecke so gewählt werden, daß die unterhalb der Decke entstehenden heißen Gase von der Sammelschiene ferngehalten werden.

Zu 2c):

In Anlagen ohne Lichtbogenschutz zwischen Sammelschienen und Trennschaltern erhöht eine Trennwand zwischen den einzelnen Sammelschienensystemen und eine solche zwischen den beiden Trennschaltern den Sicherheitsgrad der Anlage beträchtlich. In Anlagen mit Lichtbogenschutz zwischen Sammelschienen und Trennschaltern ist eine Wand zwischen den Trennschaltern beider Systeme unerläßlich und eine solche zwischen den Sammelschienen unbedingt zu empfehlen.

Zu 2d):

Bei kleinen Stromstärken erlischt der Lichtbogen manchmal von selbst, wenn er nämlich die Gelegenheit hat, sehr lang zu werden. Bei großen Strömen ist das Selbsterlöschen sehr unwahrscheinlich, da die erhitzte Gasmenge zu groß ist, um nach dem Stromnulldurchgang die Spannung zu halten. Hörner oder ähnliche Einrichtungen hätten für das Selbsterlöschen des Lichtbogens nur dann Zweck, wenn sie ausreichend groß bemessen werden, so daß der Lichtbogen sehr große Längen erreichen kann. Diese Verhältnisse erfordern jedoch Abmessungen, wie sie sich im Schaltanlagenbau nur mit erheblichen Mitteln erreichen lassen.

Die Möglichkeit, daß in einem Kraftwerk die verschiedenen Generatoren infolge des Kurzschlusses außer Tritt fallen, so daß die Spannung kurzzeitig verschwindet und der Lichtbogen dadurch erlischt, ist bei vorliegender Betrachtung absichtlich nicht berücksichtigt.

Frage 3: Einwirkung von Lichtbogenqualm auf die Isolation der Anlage.

Diese Frage sollte klären, in welchem Maße die Überschlagspannung von in der Nähe von Lichtbögen befindlichen Isolatoren durch den dabei entstehenden Qualm herabgesetzt wird.

Bei den vorbeschriebenen Versuchen wurden Isolatoren und Durchführungen in allernächster und in weiterer Entfernung vom Lichtbogenbereich angeordnet und bezüglich ihrer Spannungsfestigkeit laufend überwacht. Das Ergebnis der Prüfung ist folgendes:

Die Niederschläge von Qualm aus Metalloxyden allein auf der Oberfläche von Isolatoren setzen deren Überschlagspannung nicht so weit herab, daß dadurch eine Gefährdung des Betriebes erfolgt. Die im Betriebe des öfteren beobachteten Überschläge an Isolatoren in der näheren Umgebung des Kurzschlußlichtbogens sind meist auf die hohe Temperatur der den Lichtbogen umgebenden ionisierten Gase zurückzuführen. Nachträglich können Überschläge an angeblakten Isolatoren nur erfolgen, wenn die Oberfläche außerdem Feuchtigkeitsniederschlägen ausgesetzt ist. Ähnlich wirken unmittelbare Metallspritzer, die aber nur in nächster Nähe der Kurzschlußstelle zu beobachten sind, soweit sie größere Teile der Oberfläche überbrücken. Es ließ sich auch hier die bereits bekannte Tatsache feststellen, daß die Lichtbogen-Nebenerscheinungen beim Verbrennen von Aluminium günstiger sind als bei Kupfer.

Der Verlauf der Versuche bewies, daß derartige Untersuchungen nicht im kleinen Maßstab oder an Modellen gemacht werden dürfen, wenn sie die wahren Erkenntnisse zeitigen sollen. Wenn bei der Besprechung über Doppelsammelschienen-Aufbau und ähnlichen Fragen mehrfach grundsätzliche Forderungen erhoben wurden, so geschah dies unter der Annahme, daß es sich z. B. um gleichzeitig im Betrieb befindliche Schienen handelt. Sobald beispielsweise stets nur ein Sammelschienensystem im Betrieb und das zweite als Reinigungssystem gedacht ist, ändern sich die Betrachtungen sinngemäß, wie überhaupt die gemachten Ausführungen keinesfalls eine ablehnende Kritik der bestehenden Bauweisen darstellen sollen, sondern nur als Anregung für die Wege technischer Weiterentwicklung dienen möchten.

Wenn die Störungen in Schaltanlagen und damit die jedem Betriebsmann mit allen ihren Folgen bekannten Stromunterbrechungen vermieden werden, hören auch die Unfälle auf. Der Weg vom planmäßigen Forschen zur praktischen Verwirklichung des Erkannten heißt hier übersetzt:

„Die Gefahr erkannt, ist sie halb gebannt."

Erstrebenswert wäre, wenn die verschiedenen Vereinigungen der Werke in den einzelnen Ländern in Zukunft die wichtigsten Störungsberichte in gleichartiger Form sammeln und herausgeben würden. Für die Konstrukteure wären dies sehr wertvolle Unterlagen und für den Betriebsmann eine außerordentliche Bereicherung seiner Erfahrungen.

Zusammenfassung.

An Hand von Versuchen wurde nachgeprüft, ob die bei Durchsicht der Störungs- und Unfallstatistik gewonnenen Erkenntnisse für den Bau neuzeitlicher Schaltanlagen richtig verwertet wurden. Die Untersuchungen zeigten die Notwendigkeit der Verwendung fester Zellentrennwände, die Verwendungsmöglichkeit von Stahl als Baustoff für derartige Wände, die Wirksamkeit richtig ausgeführter Lichtbogenschutzdecken und den Einfluß der beim Entstehen von Lichtbögen vorhandenen heißen Gase auf die Isolationsfestigkeit von Schaltanlagen.

Die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris 1935.

Von P. Jacottet VDE, Berlin.

Vom 27. 6. bis zum 6. 7. 1935 fand in Paris die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) statt.

Aus 46 Ländern waren etwa 750 Delegierte vertreten, darunter Deutschland unter Führung von Prof. A. Rachel, dem Vorsitzenden des Deutschen Ausschusses der CIGRE, mit 39 Herren. An insgesamt 172 zur Tagung eingereichten Fachberichten war der Deutsche Ausschuß (DA) der CIGRE mit 22 Berichten beteiligt.

Die wesentlichsten Ergebnisse der verwandte Gebiete behandelnden Fachberichte waren jeweils zu einem Sammelbericht zusammengefaßt, der in den Hauptsitzungen von einem Gruppenberichterstatter vorgetragen wurde, worauf sich eine allgemeine Aussprache anschloß.

Außerdem fanden noch Sitzungen der zahlreichen Arbeitsausschüsse der CIGRE statt, welche die Aufgabe haben, schwebende technische Fragen durch Aussprache zwischen den Sachverständigen der einzelnen Länder zu klären, sowie wissenschaftliche Vorarbeiten für später durch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) zu erlassende Prüfvorschriften zu leisten.

Den Konferenzteilnehmern war Gelegenheit gegeben, die Dampfkraftwerke Saint Denis II und Arrighi mit je etwa 220 MW z. Z. ausgebauter Leistung und das 220 kV Umspannwerk Chevilly, sowie andere bedeutende elektrische Anlagen zu besichtigen.

Im folgenden soll ein kurzer Auszug aus einem Teil der vorliegenden Fachberichte, sowie ein Überblick über die in den technischen Sitzungen behandelten Fragen gegeben werden, wobei der Hochspannungstechnik und dem Hochspannungsgerätebau als dem eigentlichen Aufgabenbereich der CIGRE gegenüber anderen Fachgebieten etwas mehr Raum gewidmet ist. Dieser Bericht erhebt entsprechend dem hier gegebenen Rahmen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wer sich über Einzelheiten unterrichten will, sei auf die nachstehend unter den einzelnen Gruppen angeführten im Druck herausgegebenen Fachberichte sowie auf die später erscheinenden Gesamtberichte[1]) (einschließlich Aussprache) verwiesen.

I. Abteilung. Erzeugung und Umformung der Energie.

Gruppe 11: Generatoren.

Gruppenberichter: Wilczek (Ungarn).

Berichte:

109. Täuber-Gretler (Schweiz): „Betriebsmäßige Temperaturüberwachung elektrischer Maschinen, Transformatoren und Hochspannungskabel."
111. Tolwinsky (UdSSR): „Neues Verfahren zur Bestimmung der Auslaufkonstante eines Synchrongenerators mit Wasserturbinenantrieb."
141. Siehe Gruppe 17.
144. Wilczek (Ungarn): „Entwicklung und Betriebsbedingungen von Turbogeneratoren."

Die im Bericht 109 beschriebene Einrichtung zur laufenden Überwachung der Wicklungstemperatur von Maschinen und Transformatoren durch Einbau von Widerstandselementen zwischen Kupfer und Isolation gab Anlaß zu einer ausführlichen Erörterung. Die Aussprache ergab, daß diese Einrichtung, bei der ein Widerstandselement über einen Isoliertransformator an einen Meßstromkreis in Brückenschaltung angeschlossen ist, mit Erfolg in verschiedenen Kraftwerken in der Schweiz und in Italien im Betrieb sei, während andere Länder dem Einbau solcher Temperaturdetektoren ablehnend gegenüberstehen. Keinath empfiehlt unter Hinweis auf seinen Bericht (117 der Gruppe 13) zur Überwachung der Temperatur eine betriebsmäßige Messung und Aufzeichnung des dielektrischen Verluststromes bzw. des Verlustfaktors.

Tolwinsky (111) schlägt vor, zur Bestimmung der Einzelverluste von Synchrongeneratoren mit Wasserturbinenantrieb Auslaufversuche mit kurzgeschlossenem Generator vorzunehmen.

Ferner wurde in der Aussprache auf die guten Betriebserfahrungen hingewiesen, die mit der für Ständerstäbe verwendeten biegsamen Isolation und der Möglichkeit der freien Ausdehnung der Wickelköpfe gemacht wurden.

Der Bericht 144 von Wilczek gibt einen Überblick über die Entwicklung der elektrischen Energieerzeugung in den einzelnen Ländern während der letzten 6 Jahre sowie über die Grenzleistungen (bis 200 MVA) und Grenzspannungen (bis 36 kV) von Drehstrom-Turbogeneratoren verschiedener Herkunft und ihre Kühlungs- und Betriebsbedingungen. In der Aussprache berichten Langlois und Rezelman über Eigenschaften der Generatoren für Schalterprüffelder (vgl. Bericht 152, Gruppe 16).

Gruppe 12. Parallelbetrieb, Stabilität, Frequenz- und Spannungsregelung.

Gruppenberichter: Forgeur (Belgien), in Vertretung: Labouret (Belgien).

Berichte:

110. Shdanow (UdSSR): „Synchronisierung von Maschinen bei Stabilitätsstörungen."
113. Aigner (Deutschland): „Grenzzustände der Energieübertragung mit Rücksicht auf die Stabilität."
118. Meiners (Deutschland): „Über die schaltungstechnischen Aufgaben der Lastverteilerstelle im Störungsfall."
123. Tchernycheva und Lavrov (UdSSR): „Grenzen der elektrischen Energieübertragung mit Drehstrom vom Standpunkt der Stabilität."
124. Ramelot (Belgien): „Organisation des Zusammenschlusses der Kraft- und Unterwerke in einem 70 kV-Netz mittels Frequenzregelung."
125. Fleischer (Deutschland): „Frequenzhaltung in großen Netzen und Netzverbänden."
126. Kneller (Deutschland): Über den Ringschluß großer Netze durch Quertransformatoren."
128. Barbillon und Montagné (Frankreich): „Einige Bemerkungen über die Frequenzregelung großer Netze vom mechanischen Standpunkt."
129. Barrère (Frankreich): „Betrachtungen über Frequenz- und Leistungsregelung in zusammengeschlossenen Netzen."
132. Klöckner (Deutschland): „Frequenz- und Leistungsregulierung im 100 kV-Netz des Bayernwerkes."
133. Bakker und van Staveren (Holland): „Stabilität der Maschinen beim Parallelbetrieb elektrischer Kraftwerke."
135. Keller (Schweiz): „Neuere Fortschritte auf dem Gebiet der Frequenzregelung."
146. Stäblein (Deutschland): „Hilfsmittel und Verfahren zur verbundenen Frequenz- und Leistungsregelung in großen Netzen."

Bei der großen Zahl der vorliegenden Berichte muß an dieser Stelle auf eine auch nur auszugsweise Wiedergabe der einzelnen Berichte verzichtet werden. Es seien lediglich die Hauptgesichtspunkte der behandelten Fragen kurz erwähnt. Vier Berichte (110, 113, 123, 133) befassen sich mit numerischen oder graphischen Berechnungsverfahren für die an Generatoren, Transformatoren, Leitungen usw. zu stellenden Bedingungen hinsichtlich der statischen und dynamischen Stabilität des Parallellaufes bei normalem Betrieb und bei den verschiedensten Störungsfällen. Als Maßnahmen zur Erhöhung der Stabilität werden genannt (vgl. Aigner, Bericht 113): Erhöhung der Betriebsspannung, Vergrößerung des Maschineneinsatzes, Schnellerregung, Erdschlußlöschung, Schnelldistanz- und Selektivschutz mit rascher Kurzschlußabschaltung, selbsttätige Netztrennung bei dauerndem asynchronen Lauf der beteiligten Kraftwerke.

In der Aussprache wird über die Möglichkeiten und Bedingungen für ein sehr schnelles Wiederfangen von durch lange Fernleitungen gekuppelten Kraftwerken nach dem Außertrittfallen berichtet. In diesem Zusammenhang wird auf die günstige Wirkung von Dämpferwicklungen und vollständigen Dämpferkäfigen hingewiesen und außerdem die Notwendigkeit besonderer Maßnahmen zur Netztrennung im Falle zu lang dauernden asynchronen Laufs betont.

Die meisten Berichte in dieser Gruppe (118, 124, 125, 128, 129, 132, 135, 146) behandeln sehr eingehend das Gebiet der Frequenzregelung sowie der verbundenen

[1]) Die Gesamtberichte werden in Kürze von der Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension, 54, Avenue Marceau, Paris, herausgegeben.

Frequenz- und Leistungsregelung in Netzverbänden. Die an Fliehkraft- und Öldruckregler zu stellenden Anforderungen werden erörtert. In den Berichten und bei der Aussprache über verbundene Leistungs- und Frequenzregelung werden die verschiedenen Möglichkeiten der Einwirkung auf die Turbinensteuerung mittels elektrischer Regeleinrichtungen behandelt. Die Berichte 125 und 132 aus den Kreisen der deutschen Elektrizitätsversorgung legen die Anforderungen dar, die an eine genaue Frequenzhaltung in großen Netzen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu stellen sind, und geben Betriebserfahrungen über die Bewährung bestimmter Regeleinrichtungen unter Berücksichtigung des Verbundbetriebes.

Zur Frage der Spannungsregelung sei auf die im Bericht 126 (Kneller) vorgeschlagene Lösung verwiesen, indem beim Ringschluß selbständiger Netze besondere Kupplungstransformatoren verwendet werden, mit denen zur Wirk- und Blindleistungsregelung Zusatzspannungsvektoren bestimmter Richtung erzeugt werden können.

Gruppe 13. Messungen und Meßgeräte.

Gruppenberichter: Barbagelata (Italien).

Berichte:

106. Bajon (Frankreich): „Fortschritte im Bau von Meßwandlern für Hochspannung."
115. Reiche (Deutschland): „Neuere Entwicklung auf dem Gebiet der Hochspannungs-Prüfeinrichtungen."
117. Keinath (Deutschland): „Prüfung der Spannungsfestigkeit von Hochspannungs-Apparaten durch selbsttätige Aufzeichnung des Verlustfaktors."
134. Jakubowski (Polen): „Verfahren für Hochspannungsmessungen mit gleichgerichtetem Ladestrom zur Verwendung für Industrielaboratorien."
139. Janvier (Frankreich): „Neue Apparate zur Messung der Scheinleistung."

In den Berichten und in der Aussprache wurden vorwiegend folgende zeitgemäßen Fragen behandelt: Messung von Höchstspannungen, Vervollkommnung der Meßwandler, zunehmende Verwendung von Gleichrichtern für Meßzwecke und die hiermit erreichbare Meßgenauigkeit.

Besonderes Interesse verdienen die Berichte von Reiche (115) über neuzeitliche Einrichtungen zur Erzeugung hoher Gleich- und Wechselspannungen mit Angabe der wichtigsten Kenngrößen neuzeitlicher Hochspannungsprüffelder sowie von Jakubowski (134) über Verbesserung des Scheitelspannungsmessers nach Haefely unter Verwendung von Glimmgleichrichtern.

Bajon (106) beschreibt einen Spannungswandler mit offenem Eisenkern und gesteuerter Spannungsverteilung zum Anschluß an eine Oberspannung von 220 kV, der sich durch hohe Meßgenauigkeit auszeichnet. Der von Janvier (139) angegebene Scheinleistungsmesser beruht auf dem Prinzip eines elektrodynamischen Wattmetersystems, dessen Spannungs- und Stromspulen von gleichgerichteten, der Wechselspannung bzw. dem Wechselstrom proportionalen Größen durchflossen werden. Das erzeugte Drehmoment ist der Scheinleistung proportional und praktisch unabhängig vom Leistungsfaktor. Der Apparat wird als anzeigendes, registrierendes Meßinstrument und als Zähler ausgeführt.

Als Ergänzung zur Spannungsprüfung von Maschinen, Transformatoren und Meßwandlern empfiehlt Keinath (117) ähnlich den Gepflogenheiten bei der Prüfung von Hochspannungskabeln, eine Verlustfaktor- bzw. Verluststrommessung. Durch einen Registrierapparat werden diese Größen abhängig von der Spannung während der Spannungssteigerung auf die Prüfspannung und anschließend abhängig von der Zeit für die Dauer der Prüfung (meistens 1 min) aufgezeichnet. Die Einrichtung besteht aus einem Schwinggleichrichter, Gleichstrominstrumenten hoher Empfindlichkeit und Koordinatenschreiber. Auf lichtempfindlichem Papier wird mit Hilfe zweier Gleichstrominstrumente durch Steuerung eines Lichtstrahles in zwei zueinander senkrechten Richtungen der Verluststrom abhängig von der Spannung aufgezeichnet. Die Meßeinrichtung bezweckt, das Verhalten des Dielektrikums des untersuchten Prüflings im Betrieb sowie bei der Spannungsprüfung zu untersuchen und etwaige Schäden während der Einwirkung der Prüfspannung festzustellen.

Gruppe 14. Transformatoren.

Gruppenberichter: Norris (England).

Berichte:

109. (siehe Gruppe 11).
120. Dubusc (Frankreich): „Differentialschutzsysteme für Transformatoren."
121. Karassev (UdSSR): „Überspannungsschutz für Transformatoren mittels einer teilweisen kapazitiven Steuerung."
136. Brand u. Montsinger (V. S. Amerika): „Fortschritte beim Bau von Transformatoren unter besonderer Berücksichtigung ihrer Gewitterfestigkeit."
137. Frühauf (Deutschland): „Besondere Probleme der Stoßfestigkeit von Transformatoren."
138. Vogel (V. S. Amerika): „Stoßfestigkeit der Transformatorisolation."
319. (siehe Gruppe 35).

In der Aussprache stand die Frage der betriebsmäßigen Temperaturüberwachung und der Isolationsfestigkeit der Transformatorwicklung gegenüber atmosphärischen Überspannungen im Vordergrund der Betrachtungen.

Der bereits in Gruppe 11 (Maschinen) behandelte Bericht von Täuber (109) wurde hier nochmals erörtert. Die deutschen und französischen Vertreter lehnten die im Schweizer Bericht vorgeschlagene betriebsmäßige Temperaturüberwachung durch Einbau von Widerstandselementen in die Transformatorwicklung vom Standpunkt des Herstellers und des Verbrauchers als zu kompliziert ab, wogegen van Staveren (Holland) eine derartige Betriebsüberwachung für sehr zweckmäßig hielt und über gute Erfahrungen mit einem in Amsterdam eingebauten Apparat berichtete. Die weitere Aussprache ergab, daß die Brauchbarkeit und Bewährung des Buchholz-Schutzes als Gerät, das auf etwaige Fehler im Transformator anspricht, allgemein anerkannt wurde.

Der Vorschlag von Keinath (117), eine fortlaufende Aufzeichnung der dielektrischen Verluste vorzunehmen, fand auch in dieser Gruppe allgemeine Beachtung.

Die in letzter Zeit erzielten Fortschritte und noch in der Entwicklung begriffenen Maßnahmen zur Erhöhung der Stoßfestigkeit von Transformatoren werden in den einzelnen Berichten und auch in der Erörterung hervorgehoben. Die Ansicht wurde vertreten, daß es bei Blitzeinschlägen in die Unterwerke keinen ausreichenden Schutz gibt. Die betrachteten Schutzmaßnahmen beziehen sich daher nur auf entferntere Blitzeinwirkungen und Wanderwellen. Als innere konstruktive Maßnahme zur Erhöhung der Stoßfestigkeit wird u. a. die lineare Spannungsverteilung entlang der Wicklung durch kapazitive Steuerung mittels metallischer Schilde erwähnt. Frühauf (137) zeigt, wie die Vorteile des auf diesem Grundsatz beruhenden von der General Electric Co. angegebenen schwingungsfreien Transformators auch für Drehstromnetze mit isoliertem Sternpunkt durch Sternpunktserdung über Kapazität oder ohmschen Widerstand ausgenutzt werden können. Die Rechenergebnisse werden durch Kathodenstrahloszillogramme belegt.

In der Aussprache wird auf die günstigen Erfahrungen mit geerdeten Seilen und Metallgittern über den Unterwerken sowie auf die neuzeitlichen Ventilableiter als Überspannungsschutz verwiesen.

Die amerikanischen Berichte, Brand und Montsinger (136), Vogel (138), behandeln die bekannte Frage der Abstufung der Isolation zwischen Station und Freileitung unter besonderer Berücksichtigung der Stoßfestigkeit von Transformatoren. Einzelheiten über die vom AIEE-Ausschuß für Transformatoren in Aussicht genommene Stoßprüfung mit der 1,5/50 µs-Stoßwelle bei gleichzeitiger Erregung des Transformators mit betriebsfrequenter Nennspannung werden mitgeteilt.

Vorgeschlagen werden Prüfungen mit folgenden durch Kathodenstrahloszillograph zu messenden Stoßwellen:

1. ausreichend zum Überschlag an der geerdeten Prüffunkenstrecke,
2. ausreichend zum Überschlag an der Durchführung,
3. mit 90 % des Scheitelwertes der Stoßwelle nach 2., wobei weder an der Durchführung noch an der Prüffunkenstrecke Überschläge eintreten dürfen.

Frühauf (137) beschreibt die für Laboratoriumsuntersuchungen benutzten Stoßschaltungen des AEG-Hochspannungslaboratoriums für einpolige und dreipolige Stoßprüfung von Transformatoren bei gleichzeitiger Erregung durch Netzfrequenz, weist im übrigen auf die guten Erfahrungen mit der in Deutschland und der Schweiz eingebürgerten Sprungwellenprüfung als Stückprüfung für die laufende Fabrikation hin. *(Forts. folgt.)*

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 991. 016. 3 **Die Belastbarkeit von Erdern.** — Bei der Belastung von Erdern kann man drei Gruppen unterscheiden:

1. Dauerbelastung, bei der
   a) der Strom so klein ist, daß keine Widerstandszunahme auftritt, und
   b) bei der der Widerstand zunimmt, der dem Erder benachbarte Boden jedoch nicht seine ganze Feuchtigkeit verliert und nach einigen Tagen oder Wochen stabile Verhältnisse eintreten.
2. Kurzzeitige Überlastung, die eine Austrocknung des dem Erder benachbarten Bodens innerhalb kurzer Zeit bedingt, wobei eine Wärmeableitung aus der Erderumgebung vernachlässigt werden kann.
3. Langdauernde Überlastung, bei der sich eine Kruste trockenen Bodens um den Erder bildet und eine beträchtliche Widerstandszunahme eintritt.

Die zulässige Spannung des Erders gegen Erde ist bei Dauerbelastung der Wurzel aus dem Widerstand proportional. Da ein geringer Widerstand im Hinblick auf den Schutz der Anlage und den Schutz von Personen viel wichtiger ist als der Schutz des Erders gegen Beschädigung, ist unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte ein geringstmöglicher Widerstand anzustreben, über den hinaus noch eine möglichst hohe Strombelastbarkeit erwünscht ist. Bei langdauernder Belastung bestimmen die Bodenverhältnisse allein die Belastbarkeit, so daß der Erder im Hinblick auf den angestrebten Widerstandswert zu bemessen ist. Bei kurzzeitigen Überlastungen wächst die zulässige Spannung mit der Erderfläche. Dies gibt die Möglichkeit, einen niedrigen Widerstand mit einer hohen Belastbarkeit zu verbinden. Wird der gewünschte Widerstand durch Verlegung von Banderdern oder Mehrfach-Rohrerdern erreicht, so kann die Belastbarkeit durch Vergrößerung des Bandquerschnittes oder des Rohrdurchmessers bei gleichzeitiger weiterer mäßiger Widerstandsherabsetzung vergrößert werden. Bei langdauernden Überlastungen ist die Widerstandszunahme verschiedener Erderformen von Bedeutung. Bei gleichem Ausgangswiderstand ist anfänglich ein konzentrierter Erder (Kugel) einem gestreckten Erder überlegen, mit zunehmender Krustendicke nähern sich jedoch die Widerstandswerte einander, wenn sie das Mehrfache der Ausgangswerte betragen.

Die Tränkung eines Erders mit Salz oder seine Einbettung in Koks, gegen dessen Verwendung in Deutschland starke Bedenken bestehen (schweflige Säure), verringern seinen Widerstand. Bei langdauernder Belastung kann die Spannung erhöht werden, wenn infolge der Tränkung durch den verringerten Widerstand in der Nähe des Erders geringere Energiemengen frei werden als ohne Tränkung. Bei kurzdauernder Überlastung wird gleichfalls eine Belastungs- und Spannungserhöhung möglich. Koks und Kohle haben einen negativen Temperaturkoeffizienten; salzgetränkter Boden verhält sich ähnlich, da die Verdampfung von Feuchtigkeit die Konzentration erhöht und dadurch den Widerstand herabsetzt. Mit zunehmender Temperatur sinkt also der Widerstand, was der sonstigen Widerstandszunahme entgegenwirkt und die in der Nähe der Elektrode entstehende Wärme verringert. [H. G. Taylor, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 542.] *gn.*

621. 315. 623 : 621. 396. 82 **Potentialsteuerung auf Isolatoroberflächen.** — Um den Rundfunk störende Büschelentladungen an Leitungsseil und Bindedraht zu unterdrücken, ist es üblich, den Kopf von Stützenisolatoren etwa 2,5 cm über die Bundrille hinaus und das Stützenloch mit leitendem Überzug zu versehen[1]), dessen Widerstand so niedrig gehalten wird, daß er das Potential des mit ihm in Berührung stehenden Leitungsseiles oder der Stütze annimmt. Damit wird aber die Korona- oder Büschelentladung lediglich an den Rand dieses Überzuges verlegt. Ohne Minderung der Überschlagspannung kann die Koronaspannung bedeutend erhöht werden, wenn der Oberflächenwiderstand des leitenden Überzuges so hoch gewählt wird, daß der nach seinem Rand vom Leitungsseil fließende Ladestrom einen möglichst hohen Spannungsabfall hervorruft. Abb. 1 zeigt die an einem einteiligen Stützenisolator mit leitendem Stützenloch für 50 kV Betriebspannung erhaltenen Versuchsergebnisse. Auf den Kopf des Isolators wurden nacheinander leitende Überzüge verschieden großer Leitfähigkeit aufgebracht, und die

Abb. 1. Trockenüberschlag- und niedrigste Spannung, bei der Rundfunkstörungen von einem 50 kV-Stützenisolator verursacht werden, nach Aufbringen leitender Überzüge verschiedenen Widerstandes (r in Ω/cm^2) auf den Isolatorkopf.

Überschlagspannung des Isolators wurde bei verschiedenem Durchmesser des leitenden Überzuges gemessen. Gleichzeitig wurde die niedrigste Spannung bestimmt, bei der in einem 1,8 m vom Isolator aufgestellten Überlagerungsempfänger Rundfunkstörungen durch die am Rand des Überzugs einsetzende Korona verursacht wurden. Überzüge mit einem Oberflächenwiderstand von weniger als $10^2\ \Omega/cm^2$ schützten nur wenig gegen Rundfunkstörungen und setzten die Überschlagspannung unzulässig herab, wenn ihr Durchmesser groß genug gewählt wurde, um gegenüber dem unüberzogenen Isolator einen merkbaren Vorteil zu bieten. Die günstigsten Werte des Widerstandes für den Überzug des Isolatorkopfes und des Stützenloches liegen zwischen 10^7 und $10^9\ \Omega/cm^2$. Die obere Grenze des Widerstandswertes wird dann erreicht, wenn die Feldstärke in der Nähe des Bindedrahtes groß genug ist, daß Korona auftritt. Bei der unteren Grenze ist die durch den Überzug bewirkte Herabsetzung des Potentials nicht ausreichend, um Korona an seinem Rande zu verhindern. Leider ist noch kein Verfahren bekannt, Überzüge geeigneten Widerstandes dauerhaft auf die Isolatoroberflächen aufzubringen. Am aussichtsreichsten erscheint hierfür eine leitende Glasur, die den erforderlichen hohen Widerstand hat, wobei jedoch darauf geachtet werden muß, daß die Glasur in der Seil- und Bundrille einen bedeutend geringeren Widerstand erhalten muß als auf der Oberfläche des Isolatorkopfes, um an den Auflagestellen der Leiterteile und ihrer unmittelbaren Umgebung unzulässige Spannungsabfälle zu vermeiden[1]). [E. Bennett u. G. Fredendall, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1084.] *O. N.*

[1]) Vgl. W. Furkert, ETZ 56 (1935) S. 449.

[1]) Vgl. G. L. Gilchrest, Electr. Engng. 53 (1934) S. 899 [Bericht in ETZ 56 (1935) S. 460] sowie engl. Patente 319 620 u. 340 808.

Apparate und Stromrichter.

621. 313. 12. 015. 33 **Zur Erzeugung von Stoßprüfspannungen.** — C. S. Sprague, der zunächst in seinem Aufsatz die Fragen, die mit der Stoßspannungsprüfung im Zusammenhang stehen, unter Nennung einer größeren Reihe von Schrifttumsstellen kurz bespricht, betont dann den Einfluß von nichtstationären Wanderwellen- und Reflexionserscheinungen, die in jedem Stoßgenerator auftreten können. Der Einfluß dieser Reflexionen auf die Hauptwellenform kann zwar durch kurze Leitungslängen, durch niedrigen Dämpfungswiderstand und durch große

Lastkapazitäten (Prüfkapazität)[1]) klein gehalten werden; eine große Lastkapazität bedingt aber eine große Stoßkapazität zum Zwecke einer guten Spannungshaltung am Prüfgegenstand, was aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht immer zweckmäßig ist. Ferner können die Dämpfungswiderstände nicht beliebig klein gehalten werden, da sie quasistationäre Schwingungen des Stoßkreises verhindern müssen. Die Reflexionen treten besonders an derartigen Dämpfungswiderständen auf. Der Verfasser unterscheidet dabei in Analogie zu einer Übertragungsleitung, die an einer Stelle über einen Widerstand an Erde gelegt ist, positive und negative Reflexionen, je nachdem ob der konzentrierte Widerstand größer oder kleiner ist als der Wanderwellenwiderstand der Leitung. Im ersten Fall ergibt sich ein gedämpfter Schwingungsvorgang, der um den Hauptwellenvorgang pendelt, unter Umständen also auch eine Erhöhung des Scheitelwertes der Stoßwelle herbeiführen kann; im zweiten Falle wird die Spannung am Widerstand bei jeder Reflexion abgesenkt, steigt dann ruckweise an und verursacht dadurch einen Treppenstufenanstieg der Stoßstirn. Beide Arten von Reflexionen werden an Hand von Kathodenstrahloszillogrammen gezeigt. In den Marx-Stoßgeneratoren werden häufig konzentrierte Induktivitäten zur Erzielung einer geeigneten Stoßstirn benutzt. Unter der Annahme des Verfassers, daß die Stoßwellen, die von der Stoßkapazität ausgehen, durch eine derartige Induktivität hindurchlaufen und erst an dem darauffolgenden Dämpfungswiderstand reflektiert werden, ist ersichtlich, daß die Drahtlänge der Induktionsspule möglichst kurz gehalten werden muß, um die Frequenz der Reflexionsschwingungen möglichst hoch und somit diese infolge ihres schnellen Abklingens möglichst unwirksam zu machen. Rechnungsmäßig ergibt sich bei konstanter Induktivität einer Spule eine minimale Drahtlänge für ein Verhältnis von Spulenlänge zu Spulendurchmesser von 0,4. Bei einem Verhältnis von 0,2 bis 1,1 wird die minimale Drahtlänge nur um 10 % überschritten. Im Hinblick auf die Überschlagsicherheit der Spule bezeichnet der Verfasser ein Verhältnis von 1,0 als das geeignetste. [C. S. S p r a g u e, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1100.] *N. Lb.*

621. 383. 2. 018. 41 **Frequenzabhängigkeit gasgefüllter Photozellen.** — Um die Frequenzabhängigkeit gasgefüllter Photozellen auch bei hohen Frequenzen bis 300 kHz zu untersuchen, benutzt A. R o g g e n d o r f als Lichtmodulator eine Kerrzelle, deren Lichtdurchlässigkeit durch Wechselspannungen einstellbarer Frequenz gesteuert wird. Der erzeugte Photostrom ist eine Summe von Gleichstrom und Wechselstrom. Eine dem Wechselstromanteil proportionale Spannung wird durch einen aperiodischen Verstärker verstärkt und dann gleichgerichtet. Die untersuchten technischen Photozellen zeigten alle den gleichen Gang, den Abb. 2 darstellt. Bei kleinen Frequenzen bis 5000 Hz sind gasgefüllte Zellen frequenzabhängig; die Stärke des Photostroms steigt mit der Saugspannung U_{ph}. Mit steigender Frequenz nimmt der Photostrom für alle Saugspannungen ab. Alle Kurven für die verschiedenen Saugspannungen laufen in eine Parallele zur Frequenzachse zusammen. Bei höheren Frequenzen sind die Zellen frequenz- und spannungsunabhängig. [A. R o g g e n d o r f, Physik. Z 36. (1935) S. 660.] *Br.*

Abb. 2. Frequenzabhängigkeit von Photozellen.

[1]) VDE 045/1933, Leitsätze über die Prüfung mit Spannungsstößen. ETZ 55 (1934) S. 522.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 72. 029. 5 **Scheitelspannungsmesser mit Glühkathoden-Ventilröhre für Hochfrequenz.** — Die aus Glühkathoden-Ventilröhre, Kondensator und Spannungsmesser bestehenden Einrichtungen zur Messung von Scheitelspannungen können bei Frequenzen bis zu etwa 10^6 Hz ohne besondere Schwierigkeiten angewendet werden. Bei höheren Frequenzen (etwa 10^7 bis 10^8 Hz) müssen jedoch folgende Fehlermöglichkeiten berücksichtigt werden: 1. Der die Kapazität der Röhre und die Induktivität der Zuleitungsdrähte enthaltende Meßkreis stellt einen „Spannungsresonanzkreis" dar, dessen Eigenfrequenz mindestens 10mal so groß sein muß wie die Frequenz der zu messenden Wechselspannung, wenn der durch die Resonanzerscheinung hervorgerufene Meßfehler 1 % nicht überschreiten soll. Um auf die sehr hohe Eigenfrequenz von etwa 10^9 Hz zu kommen, müssen die Kapazitäts- und Induktivitätswerte des Scheitelspannungsmessers auf außerordentlich kleine Beträge herabgedrückt werden. 2. Wenn die Frequenz der zu messenden Spannung in der Größenordnung der Elektronengeschwindigkeit liegt, kann es vorkommen, daß der Meßkondensator nicht voll aufgeladen wird und daß der Spannungsmesser demzufolge eine zu niedrige Anzeige gibt. 3. In manchen Fällen können die Betriebsbedingungen der zu untersuchenden Meßanordnung durch das Zuschalten der Röhrenkapazität und der teilweise geerdeten Zuleitungsdrähte in unzulässigem Maße beeinflußt werden. Auf Grund dieser Überlegungen hat C. L. F o r t e s c u e einen tragbaren, für Frequenzen bis zu etwa 10^8 Hz verwendbaren Scheitelspannungsmesser entwickelt, bei dem Glühkathoden-Ventilröhre, Meßkondensator und Zuleitungen sorgfältig abgeschirmt und auf einem gemeinsamen Grundbrett mit Hartgummigehäuse und Handgriff befestigt sind. Zur Speisung der Glühkathode dient eine 2 V-Batterie, zur Spannungsmessung wird ein an den Meßkondensator angelegtes elektrostatisches Voltmeter benutzt. [C. L. F o r t e s c u e, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 429.] *Ggr.*

621. 317. 755 **Ein abgeschmolzener Kaltkathodenoszillograph für niedrige Erregerspannung.** — Während für höchste Schreibgeschwindigkeiten bisher nur der Hochspannungsoszillograph mit kalter Kathode in Betracht kommt, genügt bei geringeren Schreibleistungen der „Niederspannungsoszillograph", der in seiner Ausführung als abgeschmolzene Glühkathodenröhre heute allgemein angewandt wird. Durch einige im folgenden beschriebene neue Kunstgriffe ist es gelungen, auch leistungsfähige abgeschmolzene K a l t k a t h o d e n r ö h r e n für 8 bis 10 kV Erregerspannung zu bauen: 1. Durch eine H i l f s e n t l a d u n g kann nach einem Vorschlag von R o g o w s k i und M a l s c h der Entladungsdruck unter Beibehaltung hoher Schreibleistung bis auf $3 \cdot 10^{-3}$ Torr herabgesetzt werden, so daß Überstrahlungsfreiheit und Durchschlagsfestigkeit der Ablenkplatten allen Anforderungen genügen. 2. Weiterhin läßt sich durch eine von Rogowski angegebene Anordnung die Intensität des Leuchtflecks auch bei kalter Kathode s t e u e r n. 3. Schon früher wurde eine von Rogowski vorgeschlagene Ausführungsform von elektrostatischen Linsen beschrieben, bei der schädliche Nebenentladungen durch geeignete Ausnutzung der Gesetze des Nahdurchschlags vermieden werden.

Mit der ersten Versuchsausführung einer nach diesen Gesichtspunkten gebauten Meßröhre konnte eine Schreibgeschwindigkeit von etwa 250 km/s bei rd. 10 kV Erregerspannung durch Außenaufnahme mit Linse und Kamera erreicht werden, die durch geeignetes Fluoreszenzmaterial, geerdeten Metallschirm und lichtstärkere Linsen, sicher auf 1000 km/s gesteigert werden kann. Durch eine zweite Versuchsröhre wurde die Brauchbarkeit des Kaltkathodenoszillographen als lichtstarke F e r n s e h - E m p f a n g s r ö h r e bewiesen. Die Helligkeit läßt sich mit 35 V von hell auf dunkel ohne Fleckverzerrung oder -verlagerung sowohl mit Gleichspannung als auch mit Hochfrequenz steuern. Nach Versuchen von W. S c h n a b e l, die auf Veranlassung von Prof. Rogowski durchgeführt wurden, ist die neue Röhre auch als A b t a s t s e n d e r beim Fernsehen geeignet. Es sei noch hinzugefügt, daß durch die Anwendung der Hilfsentladung der neue Oszillograph auch als Registriergerät für unwillkürliche Vorgänge in Frage kommt. [F. A. B e c k e r, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 871.]

Verkehrstechnik.

621. 331. 001. 2 (42) **Fünfjahresplan für englische Bahnelektrisierungen.** — Von den Plänen zur Verkehrsverbesserung in und um London wurde bereits berichtet[1]). Hierzu gaben jetzt die vier großen Bahngesellschaften die geplanten Arbeiten bekannt. Die zu elektrisierenden Strecken der Southern Railway (400 km) sind in der Übersichtskarte (Abb. 3) dargestellt. Durch die weitere Umstellung aller Südstrecken wird London mit allen Küstenplätzen zwischen Portsmouth und Hastings durch elektrisch betriebene Strecken verbunden sein. Auch nach Osten wird die Elektrisierung der Linien zu den Küsten von Nord- und Ost-Kent fortgesetzt. Die London & North Eastern (LNER) elektrisiert 67 km der Strecke Manchester—Sheffield, die besondere Vorteile hierfür bietet, da sie starken Güterverkehr hat und auf großer Länge eine mittlere Steigung von 12,5 ‰ aufweist. Die Fahrzeit soll auf dieser Strecke um etwa 20 min verkürzt werden. Ein Tunnel ließ außerdem seiner schlechten Lüftung wegen die Durchfahrt nur eines Zuges zu. Die Verkehrsverhältnisse um Manchester sind infolge bedeutender Siedlungstätigkeit in den letzten Jahren derartig schlecht geworden, daß diese Elektrisierung unbedingt erforderlich wurde. Mehrere Strecken der LNER sollen Lichtsignalanlagen erhalten, und die bisherige Gasbeleuchtung der Fahrzeuge wird durch elektrische Beleuchtungseinrichtungen ersetzt. Bei der London, Midland and Scottish (LMS) wird die Elektrisierung der Strecke Liverpool, New Brighton und West Kirby fertiggestellt. Das Kraftwerk Stonebridge Park für die Londoner Vorortstrecken der LMS wird auf die Frequenz 50 Hz des allgemeinen Netzes umgestellt. Auch bei der LMS ist weitere Einführung von Lichtsignalanlagen vorgesehen. Die Great Western Railway, als 4. der großen Bahnen, hat keine bedeutenden Elektrisierungsarbeiten angekündigt, jedoch sind der Umbau und die Vergrößerung mehrerer Personen-, Güter- und Betriebsbahnhöfe beabsichtigt. Da der Verkehr auf allen diesen Strecken ständig zunimmt, ist die Verkehrsverbesserung durch die größeren Geschwindigkeiten, die bessere Anpassungsfähigkeit und den günstigeren Wirkungsgrad des elektrischen Betriebes von großer Bedeutung. [Electrician 115 (1935) S. 569.] *Dtt.*

Abb. 3. Elektrisierungspläne der Southern Railway.

Elektrische Antriebe.

621. 34-577. 3 : 529. 78 : 621. 313. 323 **Elektrische Zeit- und Schaltuhren.** — In den letzten Jahren ist es durch die Schaffung kleiner, zum Einbau in Zeitlaufwerke geeigneter selbstanlaufender Synchronmotoren möglich geworden, mit verhältnismäßig einfachen Mitteln elektrische Uhren — Synchronuhren — herzustellen, die an jeder beliebigen Stelle eines Wechselstromnetzes angeschlossen werden können. Voraussetzung für den zeitgenauen Gang dieser Uhren ist nur, daß das stromliefernde Elektrizitätswerk seine Frequenz mittels einer Perioden-Kontrolluhr überwacht. Bei längerer Stromunterbrechung kann eine mechanische Gangreserve (s. u.) den Antrieb der Uhr übernehmen.

Überall wo es sich darum handelt, Schaltvorgänge in regelmäßigen Zwischenräumen oder zu bestimmten Zeiten auszulösen, sind Schaltuhren ein zuverlässiges Hilfsmittel. In vielen Fällen ist es z. B. nötig, elektrische Heizungen schon vor Beginn der eigentlichen Arbeitszeit einzuschalten, damit dem Arbeiter bei Schichtbeginn sofort verarbeitungsfähiger Werkstoff zur Verfügung steht. Neben der damit erzielten großen Wirtschaftlichkeit im Betrieb ist eine Sicherheit gegen Brandgefahr gegeben. Auch für nachtstromverbrauchende Anlagen, wie Heißwasserspeicher, Treibbeetheizung usw., sind Schaltuhren ein wertvolles Hilfsgerät. Man unterscheidet im wesentlichen drei Ausführungsarten: Schaltuhren mit Handaufzug, mit elektrischem Aufzug und mit Synchronmotorenantrieb. Die Schaltzeiten stellt man durch den Schaltreiter ein, der auf einer 24 h-Scheibe angebracht ist. Handaufzug - Uhren werden heute für 10, 15 und 30 A mit verschiedener Gangdauer bis 35 Tage hergestellt. Bei Schaltuhren mit Ferrarismotoraufzug wird das Federwerk selbsttätig durch einen kleinen Motor aufgezogen, während bei den Synchronschaltuhren der Antrieb der Schaltscheibe unmittelbar durch den Synchronmotor erfolgt. Bei Synchronschaltuhren ist also kein Federwerk, keine Unruhe oder Pendel vorhanden.

Abb. 4. Synchronuhr mit Gangreserve.

In Netzen, in denen öfter Stromunterbrechungen auftreten, können die Synchronuhren auch mit einer Gangreserve, Abb. 4, versehen werden. Solange die Netzspannung vorhanden ist, übernimmt der Synchronmotor unmittelbar den Antrieb der Schaltscheibe bzw. der Zeiger und den selbsttätigen Aufzug eines Reservegangwerkes. Beim Ausbleiben der Spannung tritt dieses Reservewerk, das dauernd in Bewegung gehalten wird, sofort in Tätigkeit. Die Schaltuhren werden auch mit Tarifkontakt versehen; er dient zum Steuern des Tarifrelais des Elektrizitätszählers. [AEG-Mitt. (1933) H. 11, S. 368.] *f.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 647. 1 **Ein Doppelgitterdynatron mit Rückkopplung.** — Die Grenzen der Vergrößerung der Wechselstromleistung, die man mit einem Dynatron erzeugen kann, werden besprochen. F. M. Gager beschreibt auf Grund von Untersuchungen an einer von Hull ausgearbeiteten Schaltung ein neues Verfahren, bei dem die Betriebsspannungen der Röhre auf den der Röhre zuträglichen Werten festliegen und durch geeignete Schaltungsmaßnahmen dafür gesorgt wird, daß die Arbeitskennlinie während der Dauer einer Schwingung fortwährend derart sich ändert, daß die in dieser Zeit an den Schwingkreis abgegebenen Leistung größer ist als in dem Falle, wo die Kennlinie während des Betriebes unverändert bleibt. Die verbesserte Schaltung ist in Abb. 5 a dargestellt, während der Verlauf des Anodenstromes und der von der Röhre abgegebenen Leistung in Abb. 5 c und 5 d zu erkennen ist.

Wie man sieht, wird zur Steuerung der Emission ein Teil der Ausgangsleistung verwendet und durch induktive Rückkopplung an das dem Heizfaden am nächsten liegende Gitter gelegt: durch richtige Ankopplung des Steuerkreises an den Schwingkreis kann man erreichen, daß z. B. in einem Punkte der Kennlinie, wo die augenblickliche Anodenspannung den Wert $U + u$ hat, die Steuergitterspannung und damit die Emission größer wird; gleichzeitig entstehen dann aber auch mehr Sekundärelektronen, der Anodenstrom sinkt weiter und die von der Röhre während der positiven Halbperiode an den Schwingkreis abgegebene Leistung $[i \cdot u]$ ist größer geworden. Während

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1105.

der negativen Halbperiode wird die Steuergitterspannung ebenfalls negativ, Emission und Anodenstrom nehmen ab und die abgegebene Leistung wird kleiner; wegen der Krümmung der Kennlinie aber ist diese Verminderung der abgegebenen Leistung gegenüber dem Leistungsgewinn während der positiven Halbperiode ohne Bedeutung — die dem Schwingkreis zugeführte Leistung ist im Mittel größer geworden. Dieser Zuwachs an Wechselstromleistung wird zu 50 % der mit einem gewöhnlichen Dynatron unter gleichen Betriebsbedingungen erreichbaren Leistung angegeben. Als besondere Merkmale der verbesserten Schaltung werden genannt: Der Leistungszuwachs ist sehr stark vom Kopplungsgrade zwischen Steuerkreis und Schwingkreis abhängig; dabei gibt es für jede Zusammen-

a) rückgekoppeltes Dynatron
b) Kennlinie, S_1 und S_2 Scheitelpunkte
c) Anodenstromverlauf
d) Leistungsaufnahme des Schwingkreises während einer Periode:
—— ohne Rückkopplung
- - - - mit Rückkopplung

Abb. 5. Schaltung und Betriebskurven eines Doppelgitterdynatrons.

stellung von Betriebsspannungen einen ausgezeichneten Kopplungsgrad. Der Leistungszuwachs ist am größten, wenn das Steuergitter keine Vorspannung hat. Die Steuerspannung, welche den größten Leistungszuwachs bewirkt, ist um so größer, je größer die Anodenspannung ist. Liegt am Steuergitter eine negative oder positive Vorspannung, so kann man beobachten, daß bei loser Kopplung die Wechselstromleistung zunächst abnimmt und erst bei festerer Kopplung ansteigt. Schließlich wird hervorgehoben, daß es keine Schwierigkeiten bereitet, mit einer Doppelgitterröhre in der beschriebenen, verbesserten Schaltung Steuersender mit veränderlicher Frequenz und fester Ausgangsspannung für den Hörfrequenzbereich sowohl wie für Hochfrequenzbereiche herzustellen. [F. Malcolm G a g e r , Proc. Inst. Radio Engr. 23 (1935) S. 1048.]
E. C. M.

Werkstatt und Baustoffe.

538. 27 **Hohe Anfangspermeabilität von Eisen-Nickel-Kupfer.** — G. v. A u w e r s und H. N e u m a n n fanden im Gebiete zwischen etwa 80 % Nickel, 20 % Eisen bis hinab zu 40 % Nickel, 50 % Kupfer und 10 % Eisen ein Gebiet von hoher Anfangspermeabilität und kleiner Koerzitivkraft. Hier kehrt zumeist bei Legierungen mit höchster Anfangspermeabilität die Magnetostriktion ihr Vorzeichen um. [Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 14 (1935) H. 2, S. 93.] *K. A.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

620. 19 (063) **5. Korrosionstagung 1935.** — Die Tagung fand in Berlin vom 18. bis 19. 11. 1935 unter Vorsitz von Reichsbahndirektor L i n d e r m a y e r , Berlin, statt. Prof. Dr. P. D u d e n , Frankfurt a. M., gab einen Überblick zur „Chemischen Arbeit in der Korrosionsforschung." Aus der Zusammenarbeit mit dem Hütten- und Metallfachmann und dem Verbraucher sind die durch verschiedene Zusätze gehärteten Aluminiumlegierungen, das korrosionsfeste Hydronalium, die veredelten Eisen- und Stahlsorten, die Ferrolegierungen und das durch Tellur oder Lithium gehärtete Blei hervorgegangen. Auch selbst so seltene Metalle wie Rhenium und Thor werden den Aufbau edler Legierungen voraussichtlich ermöglichen. Das Hauptverhandlungsthema auf der Tagung war „Korrosion durch kaltes Wasser". Diese tritt z. B. auf bei den Anlagen der Wasserwerke in den Brunnenfiltern, Rieselern, Rohrleitungen usw., und zwar besonders durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff im Rohwasser, Kohlensäure und Sauerstoff im Reinwasser (Dr. W i e g a n d), ferner durch industrielle Abwässer (Dr. S t o f f). Den Einfluß der Dauer- und Wechselbenetzung von Seewasser auf die Korrosion von ungekupfertem und gekupfertem Stahl erörterte Dr. E i s e n s t e c k e n. Damit sich eine gute Schutzschicht, d. h. eine Kupferanreicherung an der Eisenoberfläche ausbilden kann, ist eine längere Tauchdauer von über 7 h täglich erforderlich. Dr. C a r i u s hat die Ursache der Rostbildung bei Porzellan und anderen Stoffen, die auf Eisenblechen aufliegen, untersucht. An den Verbindungsstellen bilden sich flüssigkeitsgefüllte feine Spalten, in denen das Metall seine Passivität verliert, wenn nicht ein Passivierungsmittel bestimmter Konzentration verwendet wird. Dies Rosten tritt in der Praxis auch an Eisenplatten auf, die mit feuchter Erde u. ä. verschmutzt sind. Ein neues Verfahren zur gleichzeitigen Entsäuerung, Enteisenung und Entmanganung von Leitungswasser in das „Magno-Verfahren" (Dr. N a u m a n n), das als Filtermasse gebrannten Dolomit mit bestimmter Korngröße verwendet. Mit dem Verfahren lassen sich Wässer der verschiedensten Zusammensetzung behandeln. Eine weitgehende Untersuchung an verschiedenen Aluminiumlegierungen zu ihrem Korrosionsverhalten bei verschiedenen Flüssigkeiten, die Dr. Z u r b r ü g g, Neuhausen (Schweiz), durchführte, hat den großen Einfluß der Kohlensäure gezeigt. Dr. S i e b e l sprach über die Korrosionsfestigkeit von Hydronaliumguß- und -walzmaterial gegen Seewasser. Beim Walzmaterial spielt das Gefüge eine besondere Rolle. Schon Temperaturen von 60 °, die bei Sonnenbestrahlung auftreten können, stören den stabilen Zustand. Dann ist schon Neigung zu interkristalliner Korrosion vorhanden. Mittel hiergegen sind eine geeignete Heterogenisierung unterhalb der Entmischungsgrenze oder Zusätze kleiner Mengen von Mn, Ti, Si, Cr, Zn, Ca. H. W a l t h e r sprach über Bitumen und Steinkohlenteerpech als Korrosionsschutz durch Anstrich und Dr. S c h u l t z e über Chlorkautschuk, der viele gute Eigenschaften, auch elektrische Isolationsfähigkeit besitzt, aber Temperaturen über 65 ° bei Flüssigkeiten und über 105 ° bei trockener Wärme dauernd nicht zuläßt. Er ist auf Eisen, Stein und Holz anwendbar.

Zur Theorie der Metallkorrosion hat Prof. Dr. M ü l l e r, Wien, die Frage untersucht, ob und inwiefern die „Korrosionspassivität", wie z. B. von Eisen in Natronlauge, und die „elektrochemische Passivität" zusammenhängen. Letztere besteht darin, daß viele Metalle bei Steigerung der Stromstärke in einer galvanischen Zelle bis zu einer gewissen Stromdichtegrenze in Lösung gehen, um dann plötzlich ein „edleres" Verhalten zu zeigen, also nicht mehr in Lösung zu gehen. Sie gehen aus dem „aktiven" in einen „passiven" Zustand über. Aus den Untersuchungen zeigte sich, daß es keine Oxyd-(Schutz-)schicht gibt, die nicht einen gewissen Anteil, und zwar etwa ein Tausendstel der Oberfläche an Poren enthält, in denen das Metall freiliegt. In den Poren fließt ein kleiner Strom von den freien Metallteilen nach der Oxydschicht hin, der sich in den Poren wie der oben geschilderte in der galvanischen Zelle fließende Strom auswirkt. Der Strom wirkt in den Poren passivierend, wenn die freie Metalloberfläche nur etwa ein Tautendstel der Gesamtoberfläche beträgt. Bei größerem Porenflächenanteil wird das Metall korrodiert. So ist für den Angriff eines Metalls die Größe der Porenfläche maßgebend, die anfänglich vorhanden ist und sich im Verlauf längerer Einwirkung des Mediums auf das Metall einstellt. Bei Natronlauge verkleinert sich die Porenfläche, und dieser Zustand bleibt für längere Zeit bestehen. Bei hochchromigen Stählen ist die natürliche Oxydschutzschicht so dicht, daß sie durch Medien nicht angegriffen wird. *Pge.*

Internationale Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1936. — Die diesjährige Große Berliner Internationale Automobil- und Motorrad-Ausstellung findet in der Zeit vom 15. 2. bis 1. 3. 1936 in sämtlichen Ausstellungshallen am Kaiserdamm statt.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Elektrizitätswirtschaft im rechtsrheinischen Bayern.

Von Dipl.-Ing. J. Leonpacher, München.

621. 311. 1. 003

Übersicht. Der Aufsatz bildet eine Ergänzung zu der im Rahmen der Aufsatzreihe über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands erschienenen Darstellung über die Entwicklung und Organisation der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft im rechtsrheinischen Bayern[1]). Auf Grund neuen statistischen Materials wird der seit der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus erzielte Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft im rechtsrheinischen Bayern (öffentlich, nichtöffentlich und Reichsbahnversorgung) gezeigt. Durch die fortschreitende Bahnelektrisierung spielt der Einphasenstrombedarf der Reichsbahn, der zum größten Teil aus den Wasserkraftwerken des Bayernwerkes gedeckt wird, in der bayerischen Elektrizitätswirtschaft eine immer größer werdende Rolle, er wird deshalb etwas ausführlicher behandelt. Neben einer kurzen Darstellung der Entwicklungsgeschichte der süddeutschen Bahnelektrisierung werden Angaben über die Einphasenstrombeschaffung und -verteilung sowie über den gegenwärtigen Stand der Bahnelektrisierung in Bayern-Württemberg gemacht.

Die Gesamt-Elektrizitätsversorgung des rechtsrheinischen Bayerns kann in drei Abschnitte gegliedert werden:

I. Die öffentliche Elektrizitätsversorgung, d. i. die Versorgung aus allen Elektrizitätswerken, die gegen Entgelt Strom an die Bevölkerung für alle Verwendungsgebiete, wie Beleuchtung, Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft, abgeben;

II. die nichtöffentliche Elektrizitätsversorgung, d. i. die Versorgung industrieller Unternehmungen aus eigenen Kraftwerksanlagen ohne öffentliche Stromabgabe an die Bevölkerung;

III. die Elektrizitätsversorgung der Reichsbahn für die elektrisch betriebenen Strecken.

I. Öffentliche Elektrizitätsversorgung.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung des Landes erfolgt durch die zum großen Teil mit überwiegender Beteiligung der Kreise (Regierungsbezirke) arbeitenden Überlandwerke und durch die gemeindlichen Elektrizitätswerke. Beide Gruppen von Werken verfügen zum Teil über bedeutende eigene Kraftanlagen, insbesondere auch über Wasserkraftwerke, sie sind unmittelbar oder mittelbar an das 110 kV-Netz der bayerischen Landeselektrizitätsversorgung (Bayernwerk) angeschlossen.

Gegenüber dem Ausbauzustand des Bayernwerkes im Jahre 1933[1]) ist lediglich zu berichten, daß die damals im Bau befindliche Mainstaustufe Erlabrunn inzwischen den Betrieb aufgenommen hat und daß in Erlangen zur besseren Energieversorgung Nordbayerns ein 110/15 kV-Umspannwerk errichtet wurde, wodurch sich die Zahl der zur Drehstromabgabe dienenden Bayernwerks-Umspannwerke auf 17 und ihre installierte Transformatorenleistung auf 543 000 kVA erhöht hat.

Zahlentafel 1 zeigt die Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Maschinenleistungen für die öffentliche Elektrizitätsversorgung im rechtsrheinischen Bayern von 1927 bis 1934 sowie den Teil der Stromerzeugung, den das Bayernwerk (BW) gedeckt hat. Den Erzeugungsziffern liegen die vom Statistischen Reichsamt veröffentlichten Werte der Produktionserhebungen über die Elektrizitätswirtschaft zugrunde. Die Stromeinfuhr in das rechtsrheinische Bayern wurde zu der Stromerzeugung hinzugezählt, die Stromausfuhr dagegen von der Erzeugung abgezogen.

Der rückläufigen Bedarfsentwicklung der Jahre 1929/32 steht eine 7,3 %ige Bedarfssteigerung im Jahre 1933 und eine rd. 12 %ige Bedarfssteigerung im Jahre

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 161.

Zahlentafel 1. Entwicklung der Stromerzeugung und installierten Leistungen für die öffentliche Elektrizitätsversorgung im rechtsrheinischen Bayern in den Jahren 1927 bis 1934.

Kalenderjahr	insgesamt installierte Leistung kW	insgesamt Stromerzeugung Mill kWh	Davon durch BW gedeckt oder übertragen Mill kWh*)	Davon durch BW gedeckt oder übertragen %	ges. Drehstrom-Erzeugung, -Bezug u. -Transport des BW Mill kWh*)
1927	509 000	1 006	299	29,9	434
1928	519 000	1 153	445	38,6	615
1929	580 000	1 289	540	41,9	710
1930	691 300	1 087	557	51,2	719
1931	703 100	1 242	459	37,0	621
1932	688 200	1 171	484	41,3	659
1933	683 200	1 257	556	44,3	752
1934 (geschätzt)	684 000	1 400	709	50,5	888

*) Wie ersichtlich, stimmt der vom Bayernwerk (BW) gedeckte Teil der Gesamtstromerzeugung für die öffentliche Elektrizitätsversorgung Bayerns nicht mit der gesamten Drehstromerzeugung des Bayernwerkes überein. Der Unterschied stellt die nicht unbeträchtlichen Strommengen dar, die das Bayernwerk an Abnehmer außerhalb des rechtsrheinischen Bayerns abgibt.

1934 im Vergleich zum jeweiligen Vorjahr gegenüber. Im bisher abgelaufenen Zeitraum des Jahres 1935 hat sich die Stromerzeugung gegenüber dem gleichen Zeitabschnitt des Vorjahres um etwa 15 % erhöht; sie dürfte für das Jahr 1935 den Betrag von 1600 Mill kWh erreichen. Der ab 1932 eingetretene Rückgang der installierten Leistung dürfte auf die Stillegung von Kraftwerken, bedingt durch den Übergang von Eigenerzeugung auf Fremdstrombezug, zurückzuführen sein.

Die Verteilung der Stromabgabe auf die einzelnen Verbrauchergruppen ergibt unter Zugrundelegung der Ergebnisse von 67 öffentlichen Werken (deren Stromerzeugung rd. 80 % der Erzeugung der gesamten öffentlichen Elektrizitätswirtschaft des rechtsrheinischen Bayerns ausmacht) folgendes Bild:

Verbrauchergruppen	1933 %	1934 %
1. Industrielle Großverbraucher	59,2	62,6
2. Kleinverbraucher (Haushalt einschl. Beleuchtung, Gewerbe):		
a) ohne nennenswerte Landwirtschaft	21,0	19,5
b) in landwirtschaftlichen Gebieten	10,2	9,3
3. Öffentliche Beleuchtung	2,8	2,5
4. Elektrische Bahnen (ohne Reichsbahn)	6,8	6,1
Summe	100,0	100,0

II. Nichtöffentliche Elektrizitätsversorgung.

Die nichtöffentliche Elektrizitätsversorgung, worunter die in eigenen Anlagen Strom erzeugende und selbst verbrauchende Industrie verstanden wird, spielt im rechtsrheinischen Bayern zahlenmäßig die gleiche Rolle wie die öffentliche Elektrizitätsversorgung. Der Grund dafür liegt in dem Wasserkraftreichtum Bayerns. Dieser hat schon frühzeitig zur Ansiedlung ausgedehnter Industriezweige (Textil- und Papierindustrie) geführt; in der Kriegs- und Nachkriegszeit setzte aber durch die Entwicklung der chemischen Großindustrie erst der eigentliche Aufschwung der Wasserkraftnutzung für industrielle Zwecke ein.

1909 bis 1911 errichteten die Bayerischen Stickstoffwerke AG. zwei Anlagen an der Alz bei Trostberg und Tacherting mit einer Leistung von zusammen rd. 10 000 kW für die Herstellung von Kalziumkarbid in der Fabrik Schalchen und von Kalkstickstoff in der Fabrik Trostberg. Der Krieg schränkte die Bautätigkeit stark ein, doch wurde noch in den Kriegsjahren eine dritte Stufe an der Alz, das Kraftwerk Margarethenberg (Carowerk) durch die Bayerischen Kraftwerke AG., mit einer Ausbauleistung von rd. 17 000 kW in Angriff genommen, aber erst 1922 vollendet.

Der erzeugte Strom wird zur Herstellung von Kalziumkarbid in der Fabrikanlage Steiner am Hart verwendet. Nach dem Krieg nahm der Wasserkraftausbau für private Zwecke einen noch größeren Umfang an. Es entstanden in kurzer Reihenfolge folgende größere Werke:

Das 1922 in Betrieb genommene Kraftwerk Holzfeld der Alzwerke G. m. b. H. (Überleitung der Alz in die Salzach) mit einer Leistung von rd. 29 000 kW und einer mittleren Jahresdarbietung von 210 Mill kWh zur Belieferung der „Elektrochemischen Werke Dr. Alexander Wacker, G. m. b. H." und der Kabidfabrik Steiner am Hart, ferner das Kraftwerk Töging der Innwerk, Bayerische Aluminium-AG. (Leistung rd. 70 000 kW, mittlere Jahresdarbietung 500 Mill kWh, Inbetriebnahme 1924) zum Betrieb der Aluminiumfabrik Töging. Der steigende Strombedarf dieser Industrie kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß das Innwerk den Ausbau von drei weiteren Innstufen zwischen Gars und Attel bei Wasserburg mit einer Ausbauleistung von 96 000 kVA und einer mittleren Jahresdarbietung von 430 Mill kWh in Angriff genommen hat.

Zahlentafel 2. Entwicklung der Stromerzeugung und installierten Maschinenleistungen für die nichtöffentliche Elektrizitätsversorgung im rechtsrheinischen Bayern in den Jahren 1927 bis 1934.

Kalenderjahr	Installierte Leistung kW	Stromerzeugung Mill kWh
1927	328 000	1 352
1928	351 000	1 326
1929	360 000	1 307
1930	358 100	1 321
1931	357 400	1 155
1932	363 800	1 102
1933	378 000	1 180
1934 (geschätzt)	378 000	1 275

Aus der Zahlentafel 2 ist ersichtlich, daß auch in der nichtöffentlichen Elektrizitätsversorgung durch die Wirtschaftsbelebung der beiden letzten Jahre ein erheblicher Aufschwung eingetreten ist, was um so beachtlicher erscheint im Hinblick darauf, daß andauernd Selbstversorger unter Aufgabe ihrer Eigenerzeugung zum Strombezug aus öffentlichen Elektrizitätswerken übergehen. Die Stromerzeugung des Jahres 1934 wäre sicher noch erheblich größer gewesen und hätte damit die Erzeugung des Jahres 1930 überschritten, wenn das Jahr 1934 nicht ein ausgesprochenes Trockenjahr gewesen wäre.

III. Elektrizitätsversorgung der Reichsbahn.

Der zum Betrieb der elektrisierten bayerischen und württembergischen Reichsbahnstrecken verwendete Einphasenstrom von 16⅔ Hz wird zum weitaus größten Teil aus den Großkraftwerken des Bayernwerkes — Walchenseewerk und Mittlere Isar — geliefert. Deshalb ist diese Elektrizitätsversorgung ebenfalls als ein wichtiger Teil der bayerischen Elektrizitätswirtschaft zu betrachten.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft (DRG) bezieht heute den weitaus größten Teil des zum Betriebe der elektrisierten bayerischen und württembergischen Strecken verwendeten Einphasenstromes von 16⅔ Hz mit einer Spannung von 110 kV ab Kraftwerk vom Bayernwerk und überträgt ihn über ihr eigenes 110 kV-Einphasennetz zu ihren Unterwerken, in denen die Umspannung von 110 kV auf die Fahrdrahtspannung von 15 kV erfolgt.

Geschichtliche Entwicklung.

Die Entwicklung der bayerisch-württembergischen Bahnelektrisierung ging etwa in folgender Weise vor sich:

Schon im Jahre 1908 hat der damalige Bayerische Staatsminister für Verkehrsangelegenheiten in einer Denkschrift auf die Bedeutung der bayerischen Wasserkräfte für den elektrischen Zugbetrieb hingewiesen. Im gleichen Jahre wurde auf Antrag des Bayerischen Verkehrsministeriums vom Landtag eine erste Rate von 7 Mill M für die Erbauung des Saalachkraftwerkes und für die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Bayerischen Staatsbahnen bewilligt. Mit diesen Mitteln wurde in den Jahren 1910 bis 1913 das Saalachkraftwerk bei Reichenhall gebaut und die Umstellung der Strecke Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden auf elektrischen Betrieb durchgeführt. Die Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes auf dieser Strecke erfolgte erst im Jahre 1915.

Im Jahre 1910 wurde ein weiterer Betrag von 6 Mill M als erste Rate für den Ausbau des Walchenseekraftwerkes zum Zwecke der Bahnelektrisierung durch den Landtag genehmigt. Die Schwierigkeiten, die sich den Bemühungen des Verkehrsministeriums zur Verwertung der Überschußkraft des Saalachkraftwerkes entgegenstellten, und die dadurch entstandenen Bedenken über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes hatten zur Folge, daß die Inangriffnahme neuer Kraftwerksbauten für die Bahnelektrisierung verzögert und die bewilligten Mittel für diesen Zweck nicht verwertet wurden. Dagegen kam die von vornherein für elektrischen Betrieb vorgesehene Mittenwaldbahn, die ihren Betriebsstrom aus dem bei Innsbruck gelegenen Ruetzkraftwerk erhält, mit den Strecken Garmisch—Mittenwald—Innsbruck und Garmisch—Griesen—Reutte im Jahre 1913 in Betrieb. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß zur gleichen Zeit in Baden die von Basel ausgehende 48 km lange Wiesen- und Wehratalbahn für elektrischen Betrieb ausgebaut wurde.

Erst der Druck der wirtschaftlichen Verhältnisse der Nachkriegszeit mit ihrer Kohlennot brachte, nachdem der Bau des Walchenseekraftwerkes und der Mittleren Isar für die Zwecke der Landeselektrizitätsversorgung durch den Bayerischen Staat beschlossen worden war, die weitere Durchführung der Elektrisierung der südbayerischen Strecken. In den Jahren 1920 bis 1922 wurde für das rechtsrheinische Bahnnetz südlich der Donau ein großzügiges Elektrisierungsprogramm aufgestellt, wobei bestimmend für die Auswahl der Strecken um München die günstige Lage des Walchenseewerkes und der Mittleren Isar als Stützpunkte für den Bahnbetrieb war. Der ursprüngliche Plan des Bayerischen Verkehrsministeriums, eigene Bahnkraftwerke zu bauen, war aufgegeben worden. An seine Stelle trat, da inzwischen die Bayerischen Staatsbahnen an das Reich übergegangen waren, eine Beteiligung des Reichsverkehrsministeriums, Zweigstelle Bayern, an der Walchenseewerk AG. (5 Mill RM Aktienkapital) und Mittlere Isar AG. (27 Mill RM Aktienkapital) mit je 1/9 des Aktienkapitals. Außerdem wurde zwischen diesen staatlichen Kraftwerksgesellschaften und der DRG ein Darlehensvertrag, nach dem die DRG den Kraftwerksgesellschaften die Mittel zur Errichtung der Einphasenstrom-Erzeugungsanlagen als unverzinsliche und nicht rückzahlbare Darlehen zur Verfügung stellte und ein Stromlieferungsvertrag, durch den der DRG ein Teil der Jahresstromerzeugung der genannten Kraftwerke gesichert wurde, abgeschlossen.

Kraftwerke.

Das in den Jahren 1910 bis 1913 erbaute Saalachkraftwerk bei Reichenhall hat eine installierte Leistung von 11 000 kW, wovon 3400 kW der Einphasenstromerzeugung dienen (Stundenleistung der Generatoren 4800 kVA). Die übrige Leistung dient zur Erzeugung von Drehstrom, der teils an Überlandwerke, teils an die chemische Großindustrie abgegeben wird.

Das Walchenseewerk[2]) hat in seinem Einphasenstromteil eine installierte Leistungsfähigkeit von 50 000 kW (Stundenleistung der Generatoren 64 000 kVA); von seiner Jahresdarbietung von 180 Mill kWh dienen 60 Mill kWh der Einphasenstromlieferung für die Reichsbahn. Die Mittlere Isar[3]) besitzt in ihrem Einphasenstromteil eine Leistungsfähigkeit von 49 000 kW (Stundenleistung der Generatoren 68 000 kVA); von der Jahresdarbietung von 420 Mill kWh werden 190 Mill kWh zur Einphasenstromerzeugung für die Reichsbahn verwendet.

Der Bau dieser staatlichen Kraftwerke erfolgte 1918 bis 1924 im engen Einvernehmen zwischen den Kraftwerksgesellschaften und der DRG. Auf Wunsch der DRG wurde eine am Wasserschloß beginnende Trennung der Drehstrom- und Einphasenstrom-Erzeugungsanlagen durchgeführt, welche die ganze Gestaltung der Kraftwerke und deren Baukosten wesentlich beeinflußte.

Bemerkenswert ist der im Werk Pfrombach der Mittleren Isar aufgestellte rotierende Umformer zur Kupplung des 110 kV-Drehstromnetzes der Landesversorgung mit dem 110 kV-Einphasenstromnetz der Reichsbahn. Er besteht aus einer Synchron-Einphasenmaschine von 20 000 kVA und einer Asynchron-Drehstrommaschine von 17 500 kVA mit Hintermaschinen zur Regelung des Leistungsüberganges von der Drehstrom- auf die Einphasenstromseite und

[2]) ETZ 46 (1925) S. 605.
[3]) Elektr. Bahnen 1 (1925) S. 369.

umgekehrt. Das Umformeraggregat sitzt auf einer Welle mit den Turbinen und kann deshalb neben der Umformung auch wahlweise zur Drehstrom- oder Einphasenstromerzeugung herangezogen werden[4]).

Da durch die Weiterführung der Elektrisierung bis Stuttgart der Strom aus bayerischen Wasserkräften bis zu 300 km weit übertragen werden muß, entschloß sich die DRG zum Abschluß eines Stromlieferungsvertrages mit der Stadt Stuttgart, die zu diesem Zwecke in ihrem Dampfkraftwerk Münster ein Dampfturbinenaggregat für Einphasenstromerzeugung von 8500 kW Dauerleistung (Leistungsfähigkeit des Generators 13 600 kVA) als weiteren Energiestützpunkt aufstellte[5]), das neben dem Stuttgarter Vorortsbetrieb in Störungsfällen auch einen Teil der Fernstrecken versorgen soll. Insgesamt steht damit für den elektrischen Zugbetrieb in Bayern-Württemberg in den angeführten Kraftwerken eine installierte Einphasenstromleistung von 111 000 kW (Stundenleistung der Generatoren 150 400 kVA) zur Verfügung.

Stromlieferungsvertrag.

Auf Grund eines zwischen den Kraftwerksgesellschaften Walchenseewerk AG. und Mittlere Isar AG. einerseits und der DRG anderseits abgeschlossenen Stromlieferungsvertrages ist der DRG aus diesen Kraftwerken 110 kV-seitig auf die Dauer der den Kraftwerksgesellschaften erteilten Wasserkonzessionen eine Jahresarbeitsmenge von 250 Mill kWh Einphasenstrom von 16⅔ Hz bereitzustellen. Der Vollzug dieses Stromlieferungsvertrages zwischen der DRG und den Kraftwerksgesellschaften wurde im Hinblick auf das wasserwirtschaftliche Zusammenarbeiten der Drehstrom- und Einphasenstrom-Erzeugungsanlagen der Bayernwerk AG. übertragen, in deren Händen auch der Betrieb der Kraftwerke liegt.

Einphasenstromverteilung.

Die Stromabgabe an die DRG erfolgt 110 V-seitig in den Kraftwerken. Zur Verteilung des Einphasenstromes hat die DRG ein rd. 715 km langes 110 kV-Netz errichtet, das auch von ihr betrieben wird (Abb. 1)[6]). In Plochingen, Neu-Ulm, Augsburg, Pasing, Murnau, Rosenheim, Traunstein, Landshut und Grönhart sind Umspannwerke (Bahnunterwerke) errichtet, in denen von 110 kV auf die Fahrdrahtspannung von 15 kV herabtransformiert wird. Im Umspannwerk Pasing ist eine Hauptschaltstelle eingerichtet, die alle Schaltungen und sonstigen Betriebsmaßnahmen anordnet und auch den Störungsdienst leitet.

Stand der Bahnelektrisierung im bayerisch-württembergischen Netz im Jahre 1935.

Infolge der Reparationsverpflichtungen der Reichsbahn mußten Umfang und Tempo des ursprünglich für Bayern geplanten und auch dem Stromlieferungsvertrag mit den staatlichen Kraftwerksgesellschaften zugrundegelegten Ausbauprogrammes bedeutend verringert werden. Nach diesem Ausbauprogramm hätten im Jahre 1930 bereits 1475 km Bahnstrecke elektrisiert sein sollen. In Wirklichkeit waren Ende 1932 erst rd. 729 km[7]) elektrisiert, die sich auf die von München ausgehenden Linien nach Regensburg, Kufstein, Salzburg, Augsburg, Garmisch sowie die Mittenwaldbahn und die Strecken Salzburg—Berchtesgaden verteilen (Abb. 1). Dazu trat Anfang 1933 die Strecke Augsburg—Ulm—Stuttgart einschl. der Stuttgarter Vorortbahnen mit insgesamt rd. 227 km.

Abb. 1. Lageplan der elektrisch betriebenen Bahnlinien in Bayern-Württemberg, der speisenden Kraftwerke und der 110-kV-Einphasenstromleitungen.

Da die Bahnelektrisierung den Arbeitsmarkt vielseitig befruchtet und eine produktive Kapitalsanlage darstellt, wurde nach der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus im Rahmen der großzügigen Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen auch die Elektrisierung weiterer Reichsbahnstrecken in Schlesien, Mitteldeutschland und Süddeutschland beschlossen. In Süddeutschland kamen im Jahre 1934 die Strecken Plochingen—Tübingen, München—Dachau und einige Güterstrecken mit insgesamt 82 km, im Mai 1935 nach kaum zweijähriger Bauzeit die Strecke Augsburg—Nürnberg einschl. Güterbahn mit insgesamt 144 km Streckenlänge in Betrieb. Die Elektrisierung der Strecke Nürnberg—Probstzella—Halle mit Abzweig Corbetha—Leipzig, deren Strombedarf auf dem 157 km langen bayerischen Streckenabschnitt durch das Bayernwerk erfolgen wird, ist im Gang; zu diesem Zweck soll in dem geplanten Reichsbahnunterwerk Nürnberg der vom Bayernwerk 110 kV-seitig gelieferte Drehstrom (50 Hz) mittels regelbarer rotierender Synchron-Asynchron-Umformer in Einphasenstrom von 16⅔ Hz umgewandelt werden.

Die Entwicklung, die der elektrische Zugbetrieb im bayerisch-württembergischen Netz bis jetzt genommen hat, zeigt Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3. Zusammenstellung der von öffentlichen Werken für den Bedarf der elektrisierten Reichsbahnstrecken in Bayern-Württemberg erzeugten Einphasenstrommengen (16⅔ Hz) in Mill kWh und Entwicklung des elektrischen Zugbetriebs im bayerisch-württembergischen Netz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft seit 1925.

Öffentliche Werke	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Bayernwerk, Walchenseewerk und Mittlere Isar . . . . . . Mill kWh	25,405	47,278	81,733	116,562	135,089	131,426	130,017	129,470	169,895	212,090	267,5
Saalachkraftwerk . . . . . Mill kWh	2,567	3,412	4,300	3,500	2,952	4,766	2,843	2,420	3,859	4,570	rd. 5,0*)
Techn. Werke der Stadt Stuttgart (Dampfkraftwerk Münster) Mill kWh	—	—	—	—	—	—	—	—	5,240	9,443	rd. 11,0*)
Summe . . . . Mill kWh	27,972	50,690	86,033	120,062	138,041	136,192	132,860	131,890	178,994	226,103	rd. 283,5
Elektrisch betriebene Strecken in Bayern-Württemberg . . . . . . km	366,5	430,2	616,25	697,95	697,95	697,95	728,87	728,87	955,77	1037,77	1181,77
Jährlicher Strombedarf ab Kraftwerk je km Streckenlänge . kWh/km	76 000	118 000	139 500	172 000	197 500	195 000	182 000	181 000	187 000	218 000	239 000

*) Geschätzte Zahlen.

IV. Zusammenfassung.

In der Zahlentafel 4 ist die gesamte bayerische Elektrizitätserzeugung für die öffentliche, nichtöffentliche und Reichsbahn-Elektrizitätsversorgung in den Jahren 1927 bis 1934 zusammengefaßt und angegeben, welcher Teil der Gesamterzeugung aus Wasserkraft gedeckt wurde.

[4]) Z. VDI 74 (1930) S. 827. Veröffentl. d. Mittleren Isar 1931, H. 5.
[5]) Elektr. Bahnen 9 (1933) S. 88.
[6]) s. Wechmann, Elektr. Bahnen 9 (1933) S. 74.
[7]) Davon waren 88,2 km schon vor dem Jahre 1925 elektrisch betrieben.

Zahlentafel 4. Gesamte Stromerzeugung ab Kraftwerke für das rechtsrheinische Bayern in den Jahren 1927 bis 1934 in Mill kWh.

Kalenderjahr	allgemeine öffentliche Elektrizitätsversorgung Mill kWh	nichtöffentliche El.-Versorgung (eigenerzeugende und eigenverbrauchende Industrie) Mill kWh	Einphasenstromversorgung der DRG Mill kWh	Summe Mill kWh	Davon a. Wasser in %
1927	1006	1352	86	2444	83,0
1928	1153	1326	120	2599	81,6
1929	1289	1307	138	2734	79,5
1930	1087	1321	136	2544	82,2
1931	1242	1155	133	2530	87,2
1932	1171	1102	132	2405	86,6
1933	1257	1180	174	2611	85,6
1934*) (geschätzt	1400	1275	217	2892	73,5

*) Trockenjahr 1934.

Zahlentafel 5 gibt einen Überblick über die Ende 1934 für die gesamte bayerische Elektrizitätserzeugung installierte Maschinenleistung, unterteilt nach Wasser- und Wärmekraftanlagen.

Die Zahlentafeln 4 und 5 zeigen die überragende Bedeutung, die die Wasserkräfte für die Bedarfsdeckung sowohl in der öffentlichen als auch in der nichtöffentlichen Elektrizitätsversorgung des rechtsrheinischen Bayern einnehmen. Mit Ausnahme des Trockenjahres 1934 wurden mehr als 79,5 % und bis zu 87,2 % des Gesamtstrombedarfes aus Wasserkräften gedeckt, während für das gesamte Deutschland der Anteil der Wasserkrafterzeugung an der Gesamtstromerzeugung beispielsweise im Jahre 1932 nur 17,1 % erreichte.

Auf Grund einer Zusammenstellung der Ministerialbauabteilung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern nach dem Stande vom 1. 1. 1935 stehen den insgesamt ausgebauten Wasserkräften von 758 300 kW installierter Leistung und 478 000 kW Mittelleistung mit einer mittleren Jahresarbeitsmenge von rd. 4,1 Mrd kWh im rechtsrheinischen Bayern noch erschließbare Wasserkräfte von 2 163 000 kW Ausbauleistung und rd. 10 Mrd kWh mittlerem Jahresarbeitsvermögen gegenüber. In diesen Zahlen sind nicht enthalten Pumpspeicherwerke, die besonders in den Mittelgebirgen Nordbayerns mit einer Leistung von zusammen mehr als 1 Mill kW ausgebaut werden könnten.

Je Kopf der Bevölkerung ergeben sich unter Zugrundelegung der Bevölkerungszahlen nach der Volkszählung vom Jahre 1933 für das rechtsrheinische Bayern (6,696 Mill Einwohner) die folgenden Ziffern:

Strombedarf ab Kraftwerke in kWh je Kopf der Bevölkerung.

	Kalenderjahr 1932 kWh	1933 kWh	1934 kWh
Allgemeine öffentl. Elektrizitätsvers. einschl. Einphasenstromvers. d. Reichsbahn	195	214	242
Nichtöffentl. Elektrizitätsvers.	165	177	190
Summe . . .	360	391	432

Diese Verbrauchsziffern entsprechen ungefähr auch dem Mittelwerte für ganz Deutschland, der beispielsweise im Jahre 1932 je Einwohner 372 kWh betrug.

Zahlentafel 5. Im rechtsrheinischen Bayern Ende 1934 installierte Maschinenleistung in kW.

	Öffentl. Elektrizitätsversorgung kW	%	Nichtöffentliche Elektrizitätsversorgung kW	%	Einphasenstromversorgung der DRG kW	%	Summe kW	%
Wasserkraftanlagen	410 000	59,9	245 800	65,5	102 500	100	758 300	65,2
Wärmekraftanlagen	274 000*)	40,1	130 100	34,5	—	—	404 100	34,8
Summe	684 000	100,0	375 900	100,0	102 500	100	1 162 400	100,0

*) Davon 28 000 kW Dieselanlagen.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (73) **Gefährdung der privaten Elektrizitätslieferung in den V. S. Amerika.** — Wenn der Oberste Gerichtshof der nordamerikanischen Union vor kurzem auch das bekannte Nira-Gesetz für verfassungswidrig erklärt hat, so ist es doch von Interesse, aus einer Ansprache[1]) des Präsidenten des die Handelsbelange der privaten Elektrizitätslieferungsindustrie vertretenden Edison Electric Institute, Thomas N. McCarter, gelegentlich der dritten Jahresversammlung dieser Organisation zu erfahren, welche Nachteile einer mit etwa 30 Mrd RM investiertem Kapital und rd. 4,5 Mrd RM Jahresumsatz zu den bedeutendsten des Landes zählenden Industrie aus den wirtschafts- und sozialpolitischen Maßnahmen der Rooseveltschen Verwaltung schon erwachsen sind und möglicherweise noch drohen. Von Anfang an, so führte McCarter aus, hat die gegenwärtige nationale Regierung in verderblicher Weise gegen die private Elektrizitätslieferungsindustrie gearbeitet, um sie auf dem Wege der Nationalisierung in Bundesbesitz überzuführen. Der erste Schritt in dieser Richtung war die in der Revenue Act von 1932 vorgesehene dreiprozentige Steuer auf Stromrechnungen der Haushaltungen, die von den Lieferungsgesellschaften getragen werden mußte und deren schon ohnehin sehr hohe Lasten[2]) weiter — in einem Fall z. B. um 17 % der Roheinnahme — steigerte. Sodann wurde durch die sog. Johnson Bill der Elektrizitätslieferungsindustrie allein versagt, bei angeblich zu hoher Preisstellung eine Entscheidung der Bundesgerichte zu erwirken. 1934 hat ferner Präsident Roosevelt Fonds genehmigt, um der Federal Power Commission die Vornahme einer über das ganze Land sich erstreckenden Untersuchung der Stromtarife zu ermöglichen, obgleich die Federal Trade Commission mit einer solchen bereits seit Jahren befaßt ist[3]).

[1]) Edison electr. Inst. Bull. 3 (1935) S. 179.
[2]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 798.
[3]) Über die eigenartigen Methoden dieser Kommission vgl. B. F. Weadock a. a. O. S. 204.

Wesentlich schwerwiegender als diese Maßnahmen sind aber nach Ansicht McCarters die umfangreichen staatlichen bzw. von der Verwaltung unterstützten Werke, von denen die mächtige Boulder-Damm-Anlage[4]) allerdings noch auf das Konto der früheren Regierung geht und überdies, da zum erheblichen Teil für Wasserversorgung aus dem Colorado bestimmt, nicht als direkte Konkurrenz zu werten ist. Sie hat die neuen Herren indessen zu allen möglichen ähnlichen, dem Zweck nach aber viel weniger berechtigten Planungen in verschiedenen Teilen der Union angeregt. Dahin gehört das von McCarter als „monströs“ bezeichnete Tennessee-Valley-Projekt[5]), das, auf der s. Z. so heftig umstrittenen Idee der Muscle Shoals beruhend, einem mit Elektrizität schon überversorgten Gebiet gewaltige Strommengen zuführen und anscheinend dazu dienen soll, eine Art Maßstab für Stromkosten zu schaffen, den man den umliegenden Lieferungsgesellschaften mehr oder weniger aufzuzwingen beabsichtigt. Die Aufwendungen der Regierung für dieses Werk haben übrigens mit über 250 Mill RM bereits den bewilligten Betrag beträchtlich überschritten. Außerdem konnte in Verhandlungen vor dem Kriegsausschuß des Abgeordnetenhauses erwiesen werden, daß das Tennessee-Valley-Amt ungesetzlich und entgegen den Vorschriften des Obersten Rechnungshofs (Comptroller General's department) vorgegangen ist. Staatliche Unternehmen ähnlichen Charakters sind die von Bonneville (86 400 kW) und Grand Coulee (102 900 kW) am Columbiafluß im Nordwesten, ferner Fort Peck am Missouri, Casper-Alcova (in Wyoming) sowie Passamaquoddy im Nordosten, die zusammen mit dem Boulder-Damm schätzungsweise 1825 Mill RM kosten dürften. Als weiteren Anschlag auf die Privatindustrie erwähnte Präsident McCarter den Versuch der Verwaltung, unter Verwendung durch den Kongreß für den nationalen Wiederaufbau angewiesener Fonds verstreuten Gemeinden offene, 30 % der Kosten eines neuen Kraftwerks ausmachende Schenkungen

[4]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 512.
[5]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1014.

sowie ein niedrig zu verzinsendes Darlehen in Höhe des Restbetrags zu gewähren und die so errichteten Zentralen nach der Vollendung in direkter Konkurrenz mit den bebestehenden Privatanlagen zu betreiben.

Der Verwaltungsrat des Edison-Instituts sah sich schließlich gezwungen, die Verfassungsmäßigkeit der erwähnten Regierungsmaßnahmen durch erste Juristen prüfen zu lassen. Sie wurde für das 3 %-Steuergesetz und den Johnson Act zugegeben, hinsichtlich des Vorgehens des Tennessee-Valley-Amts sowie der genannten Schenkungen und Darlehen aber abgelehnt. Auch das Bundesgericht in Alabama hat sich auf Veranlassung durch das TVA geschädigter Aktionäre der Alabama Power Co. gegen dieses Amt ausgesprochen. Eine der Regierung vorgetragene Bitte des Präsidenten um Beseitigung des Wettbewerbs und gemeinsames Handeln zwecks Abstellung etwaiger Mißbräuche und Fehler hatte lediglich eine ganze Reihe die Industrie angreifende Behauptungen zur Folge.

Schärfster Kritik des Präsidenten begegneten die beiden Häusern des Kongresses in etwas voneinander abweichender Fassung unterbreiteten Wheeler-Rayburn-Vorlagen, die die 2. Kammer unter dem Namen Public Utility Act von 1935 in einer abgeänderten Form schon Anfang Juli angenommen hat. Diese zerfällt in zwei Teile, deren erster, der Public Utility Holding Company Act, sich auf die Überwachung mit Elektrizität bzw. Gas arbeitender Holdinggesellschaften sowie ihrer Zweigunternehmen bezieht und praktisch alle diese wie auch die meisten Elektrizität liefernden Werke einer strengen Kontrolle der Securities and Exchange Commission oder der Federal Power Commission unterwirft. Er enthält die als Todesurteil der Holdinggesellschaften gekennzeichnete Bestimmung, daß eine solche ihre Tätigkeit auf ein zusammenhängendes Werksystem beschränken muß, wenn die Kommission gewisse Mängel in der Geschäftsführung oder Finanzgebarung feststellt. Der zweite Teil der Bill bringt unter dem Titel Federal Power Act Ergänzungen zum Wasserkraftgesetz und Vorschriften für die Überwachung von Elektrizitätsgesellschaften, die sich mit zwischenstaatlicher Kraftübertragnug befassen oder Besitzer entsprechender Betriebe sind. McCarter hält den Federal Power Act für den gefährlicheren Teil, weil fast alle Elektrizitätsunternehmen der Union innerstaatlich arbeiten, aus betrieblichen bzw. wirtschaftlichen Gründen aber zwischenstaatliche Verbindungen geschaffen haben, über die dann und wann geringe Strommengen von einer Gesellschaft zur andern fließen, und weil das Gesetz nun versucht, letztere alle der unmittelbaren Kontrolle der Federal Power Commission zu unterwerfen, soweit es sich nicht um Kleinhandelstarife handelt. Sollte, so meint der Präsident, die Vorlage in der von der Regierung gewünschten Fassung — diese hat das Repräsentantenhaus zweimal abgelehnt — durchgehen und von den Gerichten unterstützt werden, so würde das das Ende der privaten Elektrizitätsbetriebe bedeuten, die sich indessen durch die Maßnahmen der Verwaltung durchaus nicht abschrecken ließen, nach wie vor ihr Bestes zu leisten, und in dem Bestreben, am nationalen Wiederaufbau mitzuwirken, z. B. die 40 Stunden-Woche ohne Schmälerung der Löhne trotz der damit verbundenen außerordentlichen Kosten freiwillig fast einstimmig angenommen hätten. Nach der Entscheidung des Obersten Gerichtshofs bleibt nunmehr abzuwarten, ob und auf welchen Wegen die Regierung ihre Absichten weiter zu verwirklichen suchen wird[6]). *fm.*

621. 311. 1. 003 : 631 (42) **Das Tarifproblem in der landwirtschaftlichen Stromversorgung Englands.** — Das Landmaschinen-Institut der Universität Oxford hat im Jahre 1933/34 wertvolle Untersuchungen über landwirtschaftliche Stromtarife in England angestellt. Die Untersuchungen gründen sich auf die Auswertung von Fragebogen, die den einzelnen Überlandwerken zugeleitet und von diesen in hinreichender Zahl beantwortet worden sind. Um einen Vergleichsmaßstab zu erhalten, wurden die Tarife sämtlicher Werke auf eine Farm bezogen, und die errechneten Strompreise, die diese Farm theoretisch in den verschiedenen Versorgungsgebieten zu zahlen gehabt hätte, miteinander verglichen. Die Daten der Farm sind folgende:

[6]) Wie die Tagespresse berichtet, hat der in Frage kommende Kongreß den Public Utility Holding Company Act auf Vorschlag des Senats in der Fassung angenommen, daß für jedes abgeschlossene System von Versorgungsbetrieben künftig nur eine Holdinggesellschaft zugelassen wird, sofern nicht diese Unternehmungen selbst beweisen, daß sie nach dem Gesetz berechtigt sind, weiterzubestehen.

Installierte Leistung

im Gutsbetrieb	kW	im Gutshaus	kW
1. Motoren: Für Melkmaschine, Zentrifuge, Wasserpumpe und Flaschenspüler insges.	2,4	1. Licht	0,50
2. Licht	0,88	2. Wärme	1,00
3. Strahlofen	1,00	3. Bügeleisen	0,50
		4. Kühlschrank	0,25
		5. Radio	0,05
Sa. .	4,28	Sa. .	2,30

Stromverbrauch 1933/34

im Gutsbetrieb	kWh	im Gutshaus	kWh
1. Kraft		Pos. 1 ··· 5	1 120
a) Melkmaschine . .	2 500		
b) Pumpe	2 500		
c) Kleinkraft . . .	240		
2. Wärme	980		
3. Licht	220		
Sa. .	6 440	Sa. .	1 120

Benutzungsdauer der installierten Leistung insgesamt 1500 h. Pos. 1. bis 5. 487 h.

Die Farm verarbeitet die Milch von 40 bis 50 Kühen zu Vorzugsmilch (in Flaschen). — Zur Tarifeinstufung bei den verschiedenen Werken sind noch Angaben über den bebauten Raum, die Zimmerzahl, den Steuerwert und die Gesamtfläche der Farm gemacht worden.

Auf Grund der Unterlagen aus 25 Werken sind für diese angenommene Farm die Strompreise nach folgender Unterteilung errechnet:

1. Feste Kosten für das Gutshaus,
2. Feste Kosten für den Gutsbetrieb,
3. Gesamtkosten,
4. Durchschnittspreise der kWh unter Einrechnung aller Nebenkosten.

Nach den Angaben von Oxford finden wir auch in England eine große Anzahl von Tarifformen, die aber im Grunde nach den gleichen oder ähnlichen Gesichtspunkten wie in Deutschland aufgebaut sind. Wir finden dort den einfachen und den gestaffelten Zählertarif, Grundgebührentarife, die auf die Fläche oder auf den Anschlußwert bezogen sind. Auch der Steuerwert wird verschiedentlich zugrunde gelegt. Dazwischen finden sich die mannigfaltigsten Kombinationen zwischen den genannten Bezugsgrößen. In einer Anzahl von Fällen wird der Gutsbetrieb und der Gutshaushalt gesondert verrechnet. — Man sieht also, daß auch in England, genau wie in manchen anderen Ländern auf dem Gebiet des Tarifwesens noch keine einheitlichen Linien erkennbar sind und daß die Kompliziertheit der Tarife es dem Abnehmer oft unmöglich macht, festzustellen, nach welchem Verteilungsschlüssel er eigentlich zur Aufbringung der allgemeinen Unkosten der Stromversorgung herangezogen wird.

Die Versuchsansteller in Oxford klagen darüber, daß hierdurch eine gewisse Unsicherheit entsteht, durch die die Ausbreitung der Elektrizität auf dem Lande nicht gerade gefördert wird. Immerhin gibt es schon einzelne Werke, die mit einfachen und übersichtlichen Tarifen arbeiten. In diesem Zusammenhang wird besonders Dumfriesshire County Council genannt, das auch auf die Zahlung von Baukostenzuschüssen durch die Abnehmer grundsätzlich verzichtet. Die Baukostenzuschüsse werden geradezu als Kinderschreck — bugbears — der Landversorgung bezeichnet und als größtes Hemmnis bei der Ausbreitung der Elektrizität auf dem flachen Lande angesehen.

Die Strompreise liegen relativ niedrig und schwanken, bezogen auf die oben geschilderte Farm, zwischen 12 und 36 Pf je kWh einschl. Grundgebühr (bei einer Parität von 1 £ = 20,42 RM). Dabei sind naturgemäß die Werke mit starker Industriedurchmischung in der Lage, besonders günstige Preise einzuräumen.

Weitere Einzelheiten können der Zeitschrift „Electrician" vom 12. 7. 1935, S. 34, entnommen werden. *v. W.*

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Wärmetechnische Gesellschaft Frankfurt a. M. G. m. b. H., Oberursel i. Ts. (21 000 RM): Ausführung, Handel und Vertrieb wärmetechnischer Anlagen, wie überhaupt technischer Spezialapparate; Altophon Tonmöbelbau G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb elektrotechnischer Artikel, insbesondere Bau von Tonmöbeln und Schallplattenspielern; K. T. B. Gesellschaft für Elektro-Aku-

stik und Kino-Technik m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Apparaten, Maschinen und Einrichtungen auf mechanischen, elektrischen, akustischen, photochemischen und verwandten Gebieten.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Kanadas Elektroindustrie und -außenhandel. — In den Nachkriegsjahren hat die kanadische Selbstversorgung in elektrotechnischen Erzeugnissen eine beachtliche Ausweitung erfahren. Die Erzeugungswerte der Elektroindustrie hatten sich bis 1929 mehr als verdoppelt (566,2 Mill RM). Die Krise unterbrach zwar für einige Jahre die Aufwärtsentwicklung, doch brachte schon das Jahr 1934 einen neuerlichen Anstieg. Mit 239,6 Mill RM (Zahlentafel 1) liegt der Erzeugungswert bereits um 25 % über dem Stand des Vorjahres, die Beschäftigungszunahme ist etwas geringer (Zahlentafel 2). Im Vordergrund der vermehrten Herstellung stehen Rundfunkapparate und Haushaltsgeräte, die allein die Hälfte der Steigerung ausmachen, während sich die Erzeugung elektrischer Maschinen nur in engen Grenzen veränderte. Im Durchschnitt der letzten Jahre beträgt der Anteil der Selbstherstellung am Gesamtbedarf elektrotechnischer Erzeugnisse rund 90 %.

Zahlentafel 1. Erzeugung[1]) der kanadischen Elektroindustrie in 1000 RM[2]).

Warengruppen	1932	1933	1934
Generatoren[3])	17 918	7 123	7 766
Motoren	9 602	9 709	12 066
Transformatoren	12 350	7 278	8 795
Akkumulatoren, Elemente	18 236	17 551	18 709
Kabel und Drähte	28 260	21 856	29 829
Zähler und Meßinstrumente	3 027	2 470	2 986
Schalttafeln und Schaltschränke	4 640	1 969	3 262
Schalter aller Art	4 476	1 645	2 865
Installationsmaterial	5 762	5 458	7 891
Fernsprechapparate u. Zubehör	17 699	7 608	8 044
Rundfunkapparate, Röhren, Teile und Zubehör	35 914	25 575	39 728
davon: Empfänger	26 922	18 485	32 047
Röhren	6 635	4 598	5 434
Glühlampen	17 733[4])	15 608	17 720
Beleuchtungszubehör	4 528	3 751	3 892
Industrielle Wärmeapparate[4])	649	456	727
Haushaltapparate[4])	45 534	34 167	44 568
davon: Elektr. Waschmaschinen	13 485	11 440	14 104
Elektr. Kühlschränke	13 472	9 247	15 378
Staubsauger	10 810	5 443	6 060
Sonstiges	35 512	28 657	30 706
Gesamte Erzeugung	**261 840**	**190 881**	**239 554**

[1]) Ohne Reparaturen und nichtelektrotechnische Erzeugnisse der Elektroindustrie.

[2]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft; die Werte für 1933 und 1934 sind also mit denen der Vorjahre vergleichbar.

[3]) Einschl. Anlaßmotoren für Kraftfahrzeuge.

[4]) Kleinere Werte sind auch in „Sonstiges" enthalten.

Zahlentafel 2. Beschäftigte Personen und Zahl der Betriebe.

	1929	1932	1933	1934
Arbeiter	15 916	10 373	8 329	9 950
Angestellte	4 955	3 932	3 438	3 707
Beschäftigte insges.	20 871	14 305	11 767	13 657
Zahl der Betriebe	139	169	174	174

Die Elektroeinfuhr Kanadas (Zahlentafel 3 a) betrug 1934 21,6 Mill RM gegenüber 18,5 und 31,8 Mill RM in den Jahren 1933 und 1932. Wichtigste Gruppen waren Maschinen und Radio, die zusammen 1934 über 40 % der Einfuhr bestritten. Lieferländer (Zahlentafel 3 b) waren fast ausschließlich USA und Großbritannien, wobei USA über 80 %, 1934 sogar fast 90 % der Einfuhr lieferten, während Großbritannien sich mit dem zehnten Teil des amerikanischen Anteils begnügen mußte.

Die kanadische Ausfuhr (Zahlentafel 4 a) betrug in den beiden letzten Jahren fast 9 Mill RM, die zu über 50 % von den Gruppen Koch- und Heizapparate und Staubsauger, Magnetzündapparate usw. und Elektroden ausgefüllt wurden. Der Hauptteil dieser Ausfuhr wird in Großbritannien und dem übrigen englischen Reich abgesetzt (Zahlentafel 4 b). Außerdem spielt Süd- und Mittelamerika eine Rolle als Abnehmer.

Zahlentafel 3 a. Kanadische Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1932	1933	1934	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr		
				1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Elektrische Maschinen	7 184	4 077	4 535	22,6	22,0	21,0
Akkumulatoren, Elemente	1 355	634	606	4,3	3,4	2,8
Kabel u. isol. Drähte	.	225	263	.	1,2	1,2
Zähler	498	220	234	1,6	1,2	1,1
Schalt- u. Sicherheitsapp., Installationsmaterial	2 566	1 241	1 534	8,1	6,8	7,1
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	2 780	768	1 307	8,7	4,1	6,1
Radioapparate, Radioröhren	5 038	3 680	4 559	15,9	19,9	21,1
Elektr. Lampen	1 385	1 142	1 617	4,2	6,2	7,5
Elektr. Beleuchtungszubehör	956	446	621	3,0	2,4	2,9
Koch- u. Heizapp., Staubsauger	1 423	1 211	649	4,5	6,5	3,0
Zündmagnete u. -vorricht.	1 069	593	720	3,4	3,1	3,3
Kohle f. d. Elektrotechnik	1 228	753	942	3,8	4,1	4,4
Sonstiges	6 345	3 532	3 973	19,9	19,1	18,5
Insgesamt	31 827	18 522	21 560	100	100	100

Zahlentafel 3 b. Kanadische Elektroeinfuhr nach Ländern.

Herkunftsländer[1])	1932	1933	1934	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr		
				1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
V. S. Amerika	26 844	14 941	19 044	84,5	80,7	88,4
Großbritannien	3 841	1 698	1 753	12,1	9,2	8,1
Schweden	367	798	321	1,1	4,3	1,5
Schweiz	112	835	179	0,3	4,5	0,8
Deutschland	173	77	42	0,5	0,4	0,2
Sonstige	490	173	221	1,5	0,9	1,0
Insgesamt	31 827	18 522	21 560	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Zahlentafel 4 a. Kanadische Elektroausfuhr (kanadische Erzeugnisse) nach Warengruppen.

Warengruppen	1932	1933	1934	Anteil an der kanadischen Elektroausfuhr		
				1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Elektrische Maschinen	122	176	202	0,9	2,0	2,3
Akkumulatoren, Elemente	680	659	707	5,4	7,4	8,3
Isolierter Kupferdraht und Kabel	500	377	821	4,0	4,3	9,5
Telegraphie und Telephonie mit u. ohne Draht	959	1 105	863	7,6	12,5	10,0
Koch- und Heizapparate	1 333	2 008	1 784	10,5	22,6	20,7
Staubsauger und Teile	5 952	1 456	647	47,0	16,4	7,5
Zündkerzen, -magnete, -apparate	1 179	1 318	1 164	9,3	14,9	13,5
Elektroden	807	943	1 432	6,4	10,6	16,6
Elektroporzellan	522	294	319	4,1	3,3	3,7
Nicht bes. ben. elektrische Apparate	609	530	686	4,8	6,0	7,9
Insgesamt	12 663	8 866	8 625	100	100	100

Zahlentafel 4 b. Kanadische Elektroausfuhr nach Ländern.

Absatzländer[1])	1932	1933	1934	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr		
				1932	1933	1934
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Nach wichtigen Ländern des brit. Reiches:						
Großbritannien	7 898	3 959	2 484	62,5	44,6	28,8
Brit.-Südafrika	1 114	1 465	1 525	8,8	16,5	17,7
Neuseeland	678	628	755	5,4	7,1	8,8
Australien	217	423	468	1,7	4,8	5,4
Neufundland	113	97	106	0,9	1,1	1,2
Brit.-Indien	284	96	140	2,2	1,1	1,6
Zusammen 6 brit. Länder	10 304	6 668	5 478	81,5	75,2	63,5
Argentinien	380	296	455	3,0	3,3	5,3
Mexiko	196	175	372	1,5	2,0	4,3
Brasilien	177	181	279	1,4	2,0	3,2
China	77	57	114	0,6	0,6	1,3
V. S. Amerika	138	73	87	1,1	0,8	1,0
Japan	54	41	68	0,4	0,5	0,8
Sonstige	1 337	1 375	1 772	10,5	15,6	20,6
Insgesamt	12 663	8 866	8 625	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1936.

Während der 38. Mitgliederversammlung des VDE im September 1936 sollen wieder wie bisher Fachberichte gehalten werden.

Anmeldungen von Berichten mit einer kurzen Inhaltsangabe (etwa 15 Zeilen) bitten wir unter Bekanntgabe von Namen und Anschrift des Vortragenden bis spätestens zum **10. Februar 1936** einzusenden.

Bei der Auswahl der Berichte wird bei sonst gleicher Eignung die Mitgliedschaft der Vortragenden beim VDE berücksichtigt.

Es ist damit zu rechnen, daß die VDE-Fachberichte 1936 schon **vor** der Tagung, etwa im August, erscheinen und den Teilnehmern an der Tagung zur Vorbereitung der Aussprachen zugestellt werden. Weitere Angaben über die Ausgestaltung der diesjährigen Fachberichte gehen den Anmeldenden rechtzeitig zu.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Stromrichter.

Nachstehend wird ein Entwurf zu VDE 0555/1936 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Stromrichtern" veröffentlicht. In diesem Zusammenhang wird auf die in diesem Heft, S. 57, enthaltene Einführung des Ausschußvorsitzenden, Herrn Dr. Schenkel, verwiesen.

Einsprüche und Anregungen sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. März 1936 an die Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Stromrichter.

Entwurf.

VDE 0555.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Stromrichtern.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln gelten für die in § 3 genannten Gleichrichteranlagen, deren Herstellung nach dem 1. September 1936 begonnen wird.

§ 2.

Gültigkeit.

Diese Regeln gelten allgemein, Abweichungen hiervon sind ausdrücklich zu vereinbaren. Die Bestimmungen über die Schildangaben müssen jedoch immer erfüllt sein.

§ 3.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für folgende Teile sowohl von ortsfesten als auch auf Fahrzeugen aufgestellten Gleichrichteranlagen:

1. Gleichrichtergefäße aus Eisen oder Glas mit flüssiger Quecksilber- bzw. Glühkathode.
2. Gleichrichtertransformatoren.
3. Stromteiler für Anodenströme.
4. Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer (z. B. Saugdrosseln).
5. Regeleinrichtungen mittels Stufen- oder Drehregler.
6. Gittersteuerungseinrichtungen.

Diese Regeln gelten für Gleichrichter mit Nennströmen (s. § 6) von 100 A aufwärts und Nennspannungen bis zu 4000 V.

Für Gleichrichterzubehör gelten die einschlägigen VDE-Bestimmungen, sofern nicht im nachstehenden Sonderbestimmungen festgelegt sind (z. B. für Gleichrichtertransformatoren).

Für Wechselrichter- und Umrichteranlagen können diese Regeln sinngemäß angewendet werden.

Nicht unter diese Regeln fallen Gleichrichteranlagen für besondere Zwecke, wie für Sendeanlagen, elektrostatische Staubniederschlagsanlagen, Flammenbogenöfen für hochgespannten Gleichstrom, Röntgenanlagen, Laboratorien und Prüffelder.

II. Begriffserklärungen.

§ 4.

Nennleistung.

Nennleistung des Gleichrichters ist die auf dem Schild genannte abgegebene Leistung. Hierunter ist die höchste Leistung verstanden, die der Gleichrichter dauernd abgeben kann.

Nennleistung des Gleichrichtertransformators ist die auf dem Schild genannte Scheinleistung, die der Transformator im zugehörigen Gleichrichterbetrieb dauernd aufnehmen kann.

§ 5.

Nennspannung.

Nennspannung des Gleichrichters ist die auf dem Schild genannte Spannung auf der Gleichstromseite.

Bei Gleichrichteranlagen ohne Steuer- oder Regeleinrichtungen ist die Nennspannung die höchste Gleichspannung bei Nennleistung.

Diese Angaben gelten für den Nennwert der Betriebsspannung (vgl. VDE 0176/1932) auf der Primärseite.

Bei Gleichrichteranlagen mit Steuer- oder Regeleinrichtungen sind zwei Nennspannungen zu unterscheiden:

a) die höchste Gleichspanung bei Nennleistung,
b) die niedrigste Gleichspannung bei 10% des Nennstromes.

Bei Schwankungen der Primärspannung gilt im allgemeinen für a) die niedrigste, für b) die höchste Primärspannung.

§ 6.

Nennstrom.

Nennstrom des Gleichrichters ist der Strom, den der Gleichrichter dauernd bei seiner Nennspannung [nach § 5 a)] abgeben kann.

§ 7.

Nennbetrieb.

Nennbetrieb ist der Betrieb mit Nennstrom und der höchsten Gleichspannung bei Nennleistung.

§ 8.

Aussteuerungsgrad.

Aussteuerungsgrad eines gittergesteuerten Gleichrichters ist das Verhältnis der geregelten Spannung zur höchstmöglichen Spannung. Der Aussteuerungsgrad wird für eine Belastung mit 10% des Nennstromes angegeben (vgl. § 5).

§ 9.

Wirkungsgrad.

Der Wirkungsgrad einer Gleichrichteranlage ist das Verhältnis der Leistungsabgabe zur Leistungsaufnahme der gesamten Gleichrichteranlage.

§ 10.

Leistungsfaktor, Verschiebungsfaktor, Verzerrungsfaktor.

Der Leistungsfaktor λ der Gleichrichteranlage ist das Verhältnis von aufgenommener Wirkleistung zu aufgenommener Scheinleistung. Er ergibt sich als Produkt des Verschiebungsfaktors $\cos\varphi$ und des Verzerrungsfaktors v zu:

$$\lambda = v \cdot \cos\varphi.$$

Der Verschiebungsfaktor ist der Kosinus des Phasenwinkels φ der Grundwellen von Spannung und Strom.

Der Verzerrungsfaktor v ist das Verhältnis des Effektivwertes der Grundwelle des Stromes zum Effektivwert des gesamten Stromes.

§ 11.

Kurzschlußspannung.

Kurzschlußspannung des Gleichrichtertransformators ist die Spannung, die bei kurzgeschlossener Sekundärwicklung an die Primärwicklung gelegt werden muß, damit diese den Nenn-Primärstrom aufnimmt.

Die Nenn-Kurzschlußspannung u_k wird aus der bei der Schaltung auf Normalstufe gemessenen Kurzschlußspannung berechnet. Sie wird in Prozent der Nenn-Primärspannung ausgedrückt (s. § 28).

§ 12.

Kurzschlußverlust.

Kurzschlußverlust des Gleichrichtertransformators ist die gesamte Stromwärmeleistung bei Nennstrom und Nennfrequenz, die in allen Wicklungen und Ableitungen (also zwischen den Klemmen) in betriebswarmem Zustand verbraucht wird.

§ 13.

Spannungsänderung.

Die Spannungsänderung einer Gleichrichteranlage ist die Erhöhung der Gleichspannung, die sich beim Übergang vom Nennbetrieb auf 10 % des Nennstromes ergibt, wenn die Primärspannung nach Form und Größe sowie die Regelstufe und der Aussteuerungsgrad unverändert bleiben.

Die Spannungsänderung wird in Prozent der Nennspannung (höchste Gleichspannung bei Nennleistung s. § 5) ausgedrückt.

§ 14.

Schaltgruppen von Gleichrichtertransformatoren.

In Tafel I sind die gebräuchlichsten Schaltungen der Gleichrichtertransformatoren zusammengestellt. Für dreiphasigen Gleichrichterbetrieb sind vier Schaltgruppen A, B, C und D zu unterscheiden, für sechsphasigen Betrieb zwei Schaltgruppen F und G.

Die Sekundärwicklungen der in Tafel I dargestellten Gleichrichtertransformatoren sind mit belastbarem Sternpunktleiter versehen.

Bei den Zickzackschaltungen der Tafel I ist beim Zusammenschluß der beiden Wicklungsenden auf die genaue Einhaltung des Vektorbildes zu achten.

Für zwölfphasigen Betrieb, der bei großen Leistungen vielfach vorkommt, ist wegen der Mannigfaltigkeit der Schaltungen davon abgesehen worden, besondere Schaltgruppen festzulegen.

Die Schaltungen einer Gruppe ergeben sowohl in der Gleichspannung als auch in den Primärströmen gleichphasige Oberwellen.

Bei gittergesteuerten Gleichrichtern ist hierbei gleicher Aussteuerungsgrad vorausgesetzt.

Bei Schaltungen verschiedener Gruppen sind die Oberwellen in der Gleichspannung und in den Primärströmen phasenverschoben. Beim Parallelbetrieb von Gleichrichtern, deren Transformatoren verschiedenen Schaltgruppen angehören (A mit B oder C mit D oder F mit G) können Ausgleichströme zu einer weitgehenden Verminderung von Oberwellen in den Netzen führen.

Bei den Schaltungen mit Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer ergibt sich die Phasenänderung der Oberwellen durch eine Verkettung verschiedenphasiger Anodenströme, die das gleichzeitige Brennen mehrerer Anoden bewirkt, z. B. bewirkt die Saugdrossel in Schaltung G 2, daß die dem Sechsphasenbetrieb eigentümlichen Oberwellen in Gegenphase kommen zu den entsprechenden Oberwellen der Schaltung F_1.

Als Beispiel einer solchen Einrichtung zur Verlängerung der Anodenbrenndauer ist in der Tafel I die Saugdrossel dargestellt.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 15.

Sinusform von Spannungskurven.

Die folgenden Bestimmungen gelten unter der Annahme einer praktisch sinusförmigen Welle der Primärspannungen (s. § 14 von VDE 0530/1934/R.E.M.).

Für Anlagen, in denen die speisende Primärspannung stärker von der Sinusform abweicht als in dem oben erwähnten § 14 der R.E.M., sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

Hierbei ist zu beachten, daß die Rückwirkung der Gleichrichterbelastung auf die Kurvenform der speisenden Primärspannungen von dem Größenverhältnis der Gleichrichterleistung zur Nennleistung des Netzes sowie von den im Netz vorhandenen Blindwiderständen (Induktivitäten und Kapazitäten) abhängt.

Tafel I. Schaltungen und Schaltgruppen für Gleichrichter-Transformatoren.

		Bezeichnung		Vektorbild		Schaltungsbild	
		Primär	Sekundär	Primär	Sekundär	Primär	Sekundär
I. Dreiphasen-Gleichrichterbetrieb Schaltgruppe A	A_1	Stern	Stern				
	A_2	Dreieck	Zickzack				
Schaltgruppe B	B_1	Stern	Stern				
	B_2	Dreieck	Zickzack				
Schaltgruppe C	C_1	Dreieck	Stern				
	C_2	Stern	Zickzack				
Schaltgruppe D	D_1	Dreieck	Stern				
	D_2	Stern	Zickzack				
II. Sechsphasen-Gleichrichterbetrieb Schaltgruppe F	F_1	Dreieck	Doppelstern				
	F_2	Stern	Doppelstern mit Saugdrossel				
	F_3	Stern	Gabel				
Schaltgruppe G	G_1	Dreieck	Doppelstern mit Saugdrossel				
	G_2	Dreieck	Gabel				

§ 16.

Symmetrie von Mehrphasensystemen.

Die folgenden Bestimmungen gelten unter der Annahme, daß das speisende Mehrphasenstrom- bzw. -spannungssystem praktisch symmetrisch ist (s. § 15 von VDE 0530/1934/R.E.M.).

§ 17.

Aufstellungsort.

Die folgenden Bestimmungen gelten unter der Annahme, daß der Aufstellungsort der Gleichrichteranlagen nicht höher als 1200 m ü. M. liegt. Für einen höher gelegenen Aufstellungsort sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

§ 18.

Betriebswarmer Zustand.

Die folgenden Bestimmungen beziehen sich auf den betriebswarmen Zustand, sofern die Temperatur von Einfluß und nichts anderes angegeben ist.

§ 19.

Prüfungen.

Die Prüfungen werden in der Regel und nach Möglichkeit in den Werkstätten der Hersteller an den neuen betriebsfertigen Apparaten und Hilfseinrichtungen ausgeführt. Insbesondere sollen die Spannungsproben in den Werkstätten des Herstellers ausgeführt werden. Bei der Prüfung werden die einzelnen Hauptteile einer Gleichrichteranlage für sich geprüft.

Prüfungen vollständiger Gleichrichteranlagen und Prüfungen am Aufstellungsort sind besonders zu vereinbaren.

§ 20.

Dichtheit der Gefäße.

Eisengefäße von Gleichrichtern gelten dann als genügend dicht, wenn der Druck im nicht in Betrieb stehenden Gleichrichter bei nicht laufenden Pumpen und geschlossenem Vakuumhahn nach dem Auspumpen auf kleinsten Druck (etwa 0,003 mm Hg) während eines Zeitraumes von mindestens 10 h nicht über 0,02 mm Hg steigt.

B. Erwärmungen und Überlastungen.

§ 21.

Kühlmitteltemperatur.

Die Bestimmungen gelten unter der Voraussetzung, daß die Kühlmitteltemperatur folgende Werte nicht überschreitet:

a) bei mittelbarer und unmittelbarer Luftkühlung 35°, jedoch in Ländern mit tropischem oder subtropischem Klima 40°,

b) bei mittelbarer oder unmittelbarer Wasserkühlung 25°.

§ 22.

Erwärmungen.

Die höchstzulässige Temperatur des Gleichrichtergefäßes und seiner Einbauten wird nicht festgelegt, da diese vorwiegend von der Art der verwendeten Baustoffe und der Bauart abhängig ist.

§ 23.

Überlastungen.

Für Gleichrichter mit Quecksilberkathode in Eisengefäßen bis 4200 A Nennstrom und in Glasgefäßen gelten die in Abb. 1 angegebenen Überlastungsschaulinien. Überlastungen von mehr als 1 h bei Gleichrichtern in Eisengefäßen und von mehr als 10 min bei Gleichrichtern in Glasgefäßen gelten als Dauerbelastungen.

Die Überlastungen nach Abb. 1 beziehen sich nur auf die elektrische Überlastbarkeit der Gleichrichteranlage ohne Rücksicht auf die Erwärmung und dürfen im Betrieb nicht mehrfach aneinander anschließend wiederholt werden, jedoch sind sie anschließend an den Dauerbetrieb mit Nennleistung zulässig.

Für den Gleichrichtertransformator sind höhere Temperaturen zulässig als nach VDE 0532/1935/R.E.T. für Dauerbetrieb mit Nennleistung. Hierbei dürfen jedoch keine die Isolierung beeinträchtigenden Temperaturen auftreten.

Bezüglich der Überlastungen von Gleichrichtern für mittelschweren Betrieb auf Stadtschnellbahnen, Vorort-

und Überlandbahnen, sowie für schweren Volbahnbetrieb sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

Ebenso sind die Überlastungen von Glühkathoden-Gleichrichtern besonders zu vereinbaren.

Abb. 1. Zulässige Überlastungen für Gleichrichter mit Quecksilberkathode anschließend an Dauerbetrieb mit Nennleistung.

C. Isolationsprüfungen.

§ 24.

Ausführung der Prüfungen.

Die Isolationsprüfung der Gefäße gehört nicht zu den üblichen Abnahmeprüfungen und braucht nicht mit diesen gleichzeitig stattzufinden. Sie erfolgt bei Eisengleichrichtern beim Zusammenbau des Gleichrichters in der Werkstatt des Herstellers am nicht evakuierten Gleichrichter.

Die Prüfspannung soll praktisch sinusförmig, ihre Frequenz gleich der Nennfrequenz oder 50 Hz sein.

Bei der Vornahme der Prüfung dürfen höchstens 50 % der Prüfspannung durch Einschalten mittels Schalter auf den Prüfling gegeben werden. Die Steigerung der Spannung vom halben Wert zum Endwert muß stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung erfolgen. Die Zeit der Spannungssteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner als 10 s sein. Der Endwert der Prüfspannung ist während 1 min einzuhalten.

§ 25.

Prüfspannungen für Gleichrichter und Gleichrichtertransformatoren.

Die Isolationsprüfung ist mit den in Tafel II und III angegebenen Prüfspannungen vorzunehmen; hierbei bedeutet U_p den Effektivwert der Prüfspannung und U_g (in Volt) die höchste Gleichspannung bei Nennleistung (s. § 5).

Tafel II. Prüfspannungen für Gleichrichter.

	Teil			Prüfspannung U_p
1.	Hauptanoden und damit verbundene Anlagenteile gegen Gefäß (nur bei Eisengleichrichtern) und gegen Erde			$3\ U_g + 2500$ V
2.	Erregeranoden, Zündanoden, Zündspulen gegen Gefäß (nur bei Eisengleichrichtern)			1000 V
3.	Gefäß gegen Kathode (nur bei Eisengleichrichtern)			100 V
4.	Gefäß und damit verbundene Anlagenteile (nur bei Eisengleichrichtern)	gegen Erde	bei nicht geerdeter Kathode	$2\ U_g + 1000$ V, mindestens 2500 V
5.	Kathode und damit verbundene Anlagenteile	gegen Erde	bei geerdeter Kathode	100 V

Tafel III. Prüfspannungen für Gleichrichtertransformatoren und Zubehör.

	Teil		Prüfspannung U_p
1.	Transformator	Primärwicklungen gegen Sekundärwicklungen und gegen Körper	nach VDE 0532/1934/R.E.T. § 47, Tafel VII.
2.	Transformator	Sekundärwicklungen gegen Körper und wenn möglich zwischen den einzelnen Wicklungsteilen	$3\ U_g + 2500$ V
3.	Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer, Stromteiler und dgl. gegen Erde		$3\ U_g + 2500$

D. Wirkungsgrad und Verluste.

§ 26.

Gewährleistungen.

Gewährleistet wird nur der Gesamtwirkungsgrad der Gleichrichteranlage, der die Verluste im Gefäß, im Transformator mit Zubehör, in Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer, Stromteilern usw., sowie in den Regel- und Steuerungseinrichtungen berücksichtigt. Die Verluste in den Verbindungsleitungen, Glättungseinrichtungen und Rückkühleinrichtungen sind im allgemeinen nicht eingeschlossen. Einzelverluste werden nicht gewährleistet. Die Angaben des Wirkungsgrades beziehen sich auf den Nennbetrieb.

Vor der Bestimmung des Wirkungsgrades einer Gleichrichteranlage muß der Gleichrichter gründlich formiert und bei der Messung betriebswarm sein. Unterschieden werden:

a) direkt gemessener Wirkungsgrad. Er wird durch Messung der Leistungsaufnahme und Leistungsabgabe der gesamten Gleichrichteranlage ermittelt.

b) indirekt gemessener Wirkungsgrad. Er wird nur im ganzen aus der Summe der Einzelverluste ermittelt, wobei die Stromwärmeverluste auf die Betriebstemperatur umzurechnen sind.

Bei Gewährleistungsangaben über den Wirkungsgrad und die Verluste gilt, sofern nichts anderes vereinbart ist, das direkte Meßverfahren.

§ 27.

Einzelverluste.

Die Einzelverluste sind:

1. Verluste durch den Spannungsabfall im Lichtbogen des Gleichrichters.

   Zur Bestimmung dieses Spannungsabfalls sind verschiedene Meßverfahren bekannt:

   a) Leistungsmessung,
   b) Oszillographisches Verfahren,
   c) Messung der durch das Kühlwasser abgeführten Verluste. Bei diesem Verfahren wird die Strahlung von Zylinder- und Anodenkühler zu 10 % der im Wasser abgeführten Leistung angenommen.

2. Verluste im Gleichrichtertransformator.
3. Verluste als Leistungsbedarf für Zubehörteile, nämlich:

   a) Luftpumpensatz,
   b) Vakuummeßeinrichtung,
   c) Zünd- und Erregereinrichtung,
   d) Gittersteuerungseinrichtung,
   e) Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer,
   f) Stromteiler für Anodenströme,
   g) Lüftung für Glasgleichrichter.

Die Messung der Einzelverluste der Gleichrichtertransformatoren ist nach VDE 0532/1934/R.E.T., unter Beachtung von § 28 vorzunehmen.

§ 28.

Kurzschlußmessungen am Gleichrichtertransformator.

Die Messung des Kurzschlußverlustes hat bei betriebswarmem Zustand zu erfolgen. Wenn dieser nicht hergestellt werden kann, so sind die gemessenen Kurzschlußverluste auf 75° umzurechnen.

Kurzschlußspannung und Kurzschlußverlust werden mit praktisch sinusförmigem Strom gemessen, wobei der Effektivwert des Primärstromes gleich dem Effektivwert des Nenn-Primärstromes des Transformators bei Gleichrichterbetrieb ist.

Bei Schaltung F_1 ist das $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 1,23$fache des Nenn-Primärstromes einzustellen.

Zur Messung der Kurzschlußverluste und der Kurzschlußspannung bei sechsphasiger Sekundärwicklung des Gleichrichtertransformators müssen zwei Messungen vorgenommen werden. Bei der erten Messung werden drei um einen Phasenwinkel von 120° verschobene Sekundärwicklungen kurzgeschlossen, bei der zweiten Messung werden die anderen drei Sekundärwicklungen kurzgeschlossen.

Zur Ermittlung der Kurzschlußspannung und Kurzschlußverluste ist der Mittelwert aus diesen beiden Messungen zugrunde zu legen.

Bei den Schaltungen, bei denen die Stromverhältnisse sekundär im Kurzschlußversuch von denen im Gleichrichterbetrieb abweichen, sind zu den so gemessenen Verlustleistungen Zuschläge zu machen.

Bei den Dreiphasenschaltungen der Tafel I ist bei den Primärwicklungen kein Zuschlag zu machen; auf der Sekundärseite beträgt dieser Zuschlag $\frac{1}{3} R_s I_g^2$; hierbei ist I_g der Nennstrom und R_s der Widerstand eines Stranges der Sekundärwicklung.

Bei den Sechsphasenschaltungen der Tafel I sind Verlustzuschläge für die Schaltungen F_3 und G_3 erforderlich. Diese betragen für beide:

$$\frac{1}{3} (R_{sa} + R_{sb}) I_g^2$$

Hierbei sind R_{sa} und R_{sb} die Widerstände eines Stranges der sekundären Teilwicklungen.

E. Leistungsfaktor.

§ 29.

Gewährleistungen.

Die Gewährleistungen für Leistungsfaktoren oder Verschiebungsfaktoren gelten nur unter der Voraussetzung praktisch sinusförmiger symmetrischer Spannungen an den Primärklemmen des Gleichrichtertransformators.

Ob für die Gewährleistungen der Leistungsfaktor oder der Verschiebungsfaktor zu gelten hat, ist besonders zu vereinbaren. Im übrigen verstehen sich die Werte bei Nennfrequenz und Nennspannung an den Primärklemmen des Gleichrichtertransformators.

§ 30.

Meßverfahren.

Der Leistungsfaktor λ wird bestimmt aus der aufgenommenen Wirkleistung N_w, der primären Nennspannung U und dem primären Nennstrom I für Drehstromnetze nach der Formel:

$$\lambda = \frac{N_w}{\sqrt{3}\, U I}$$

Der Verschiebungsfaktor wird bestimmt durch die Messung der aufgenommenen Wirkleistung N_w und der aufgenommenen Blindleistung N_b nach der Formel:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{N_b}{N_w} \text{ oder } \cos \varphi = \frac{N_w}{\sqrt{N_w^2 + N_b^2}}$$

Übliche Leistungsfaktormesser geben den Verschiebungsfaktor an.

F. Spannungsänderung.

§ 31.

Gewährleistungen.

Die Gewährleistungen für die Spannungsänderung umfassen die Spannungsänderung in der Gleichrichteranlage, und zwar im Transformator, in den Verbindungsleitungen, in den Einrichtungen zur Verlängerung der Anodenbrenndauer, Stromteilern usw. und im Gleichrichtergefäß. Sie gelten unter der Voraussetzung praktisch sinusförmiger Primärspannungen. Die gewährleistete Spannungsänderung einer Gleichrichteranlage mit Gittersteuerung bezieht sich nur auf die Spannungswerte bei voller Aussteuerung. In der Gewährleistung ist ferner anzugeben, welche höchste Spannung im Leerlauf auftritt.

G. Ursprungszeichen und Schilder.

§ 32.

Hersteller und Firmenzeichen.

Jeder Gleichrichter muß den Namen des Herstellers oder dessen Firmenzeichen tragen. Diese Angaben können auch auf dem Leistungsschild angebracht werden.

§ 33.

Leistungsschild.

Das Leistungsschild des Gleichrichtertransformators muß §§ 63, 63a und 64 von VDE 0532/1934/R.E.T. entsprechen und außerdem mit dem Vermerk „Gleichrichterbetrieb" versehen sein.

Das Leistungsschild von Gleichrichtern muß mindestens folgende Angaben enthalten:

Modellbezeichnung,
Fertigungsnummer,
Nennleistung in kW,
Nennspannung in V,
Nennstrom in A.

H. Toleranz.

§ 34.

Zulässige Abweichungen.

Toleranz ist die höchstzulässige Abweichung des festgestellten Wertes von dem nach den Bestimmungen dieser Regeln gewährleisteten Werte. Sie soll die unvermeidlichen Ungleichmäßigkeiten in der Beschaffenheit der Rohstoffe, Ungenauigkeiten der Fertigung und Meßfehler decken.

Tafel IV. Toleranzen.

	I	II	
	Gewährleistungen für	Zulässige Abweichungen	
1.	Gleichspannung nach § 5	± 1,5 % der Nennspannung	
2.	Spannungsänderungen nach §§ 13, 31	± 15 % der gewährleisteten Spannungsänderung	
3.	Wirkungsgrad η nach §§ 9, 26	± 1 %	
4.	Leistungsfaktor λ, Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ nach §§ 10, 29	für 100 % Nennleistung	± 2 % des Sollwertes
		für 75 % Nennleistung	± 2 % „ „
		für 50 % Nennleistung	± 3 % „ „

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 und 8886. Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. Göschel, Berlin W 15, Bleibtreustr. 32, Fernr. C 4 0011, App. 2631.

17. 1. 36 „Generatorschutz in Industrienetzen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kleiber)

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27, Fernr.: D 4 0011, App. 159

20. 1. 36 „Belüftung und Kühlung elektrischer Maschinen" 1. Teil (Vortragender: Herr Gloede)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Berlin-Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernr.: D 2 0011, App. 136

21. 1. 36 „Neues aus dem Gebiet der Leuchtröhrenanlagen" (Vortragender: Dr. Wiegand)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. Boekels VDE, Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernr.: F 8 0014, App. 184

22. 1. 36 „Fehlermessung an Kabeln", Fortsetzung

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding, Berlin-Friedrichshagen, Bruno-Wille-Str. 51, Fernr.: E 9 8501, App. 86.

23. 1. 36 „Kapazität und Induktivität als Normale und deren absolute Eichung" (Vortragender: Dr. Allerding)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernr.: C 1 0011, App. 128

24. 1. 36 Aussprache über den in der Fachgruppe Hochspannungsgeräte am 14. 1. 36 gehaltenen Vortrag „Leistungstrennschalter" (Leitung: Dr. Krohne VDE)

Schulungsveranstaltung.

Wir machen unsere Mitglieder auf die nachstehende Schulungsveranstaltung des NSBDT aufmerksam:

Kreis IX.

23. 1. 1936: Pg. Prof. v. Arnim, Rektor der T. H. Berlin „Technik und Krieg unter besonderer Berücksichtigung der Luftwaffe und Luftabwehr". 20 h 15 m Deutsches Haus, Karlshorst, am Bahnhof, Eing. Stolzenfelsstraße.

Fachversammlung

am Dienstag, dem 21. 1. 1936, 20 h, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Alter Physiksaal.

Fachgruppe: Funktechnik und Verstärkertechnik.

Fachgruppenleiter: Herr Prof. Dr. Faßbender VDE.

1. Filmvorführung:
   „Das Auge der Welt" (Fernsehfilm).
   Einleitung: Herr Oberpostrat Dr. phil. Banneitz VDE.
2. Vortrag des Herrn Dr. Helmut Werrmann über das Thema: „Hochfrequente Rundfunkprogramm-Übertragung längs Freileitungen".

Inhaltsangabe:

Die hochfrequente Übertragung von Rundfunk über Freileitungen, die eine Mehrfachausnutzung dieser Leitungen bei gleichzeitiger Güteverbesserung der übertragenen Sendung ermöglicht, hat der Technik mehrere interessante technische Aufgaben gestellt. Ihre Lösung wird erläutert an Hand einer in Norwegen erstellten Großanlage (über 2000 km), die sich im praktischen Betrieb vorzüglich bewährt hat.

Eintritt und Garderobe frei!

Besichtigung.

Am Samstag, dem 25. 1. 1936, um 19 h 30 m findet eine Besichtigung des Rundfunksenders in Tegel statt.

Treffpunkt: Eingang zum Sender (etwa 10 min von der Straßenbahn-Haltestelle „Kolonie Gartenfreunde" entfernt).

Die Zahl der Besucher ist auf 20 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg (Charlottenburg, Bismarckstr. 33 II) kostenlos erhältlich sind.

Ausländischen Mitgliedern ist die Teilnahme nur gestattet, wenn sie die vorherige besondere Genehmigung des Reichspostministeriums einholen.

Pünktliches Erscheinen geboten.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 21. 1. (Di), Saal d. Technik: „Rundfunkentstörungstechnik. Postrat Habig.

Gau Danzig. 20. 1. (Mo), 20 h, T. H.: „Erhöhte Wirtschaftlichkeit der Lastverteilung durch Frequenz- und Leistungsregelung" (m. Lichtb.). Herr Jäger.

Gau Düsseldorf. 21. 1. (Di), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Die Bedeutung der Elektrofahrzeuge mit Stromspeicherung für die weitere Entwicklung des deutschen Kraftverkehrswesens" (m. Film). Dipl.-Ing. W. Rödiger.

Gau Halle. 20. 1. (Mo), 20 h 15 m, Bierhaus Engelhardt: „Der heutige Stand der elektrischen Heißwasserbereitung". Dr.-Ing. F. Mörtzsch VDE.

Gau Hansa, Hamburg. 22. 1. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalt: „Über die Technik des Fernsprechens auf große Entfernungen". Dr. Mayer.

Gau Köln. 17. 1. (Fr.), 20 h, Ver. Techn. Staatslehranstalt für Maschinen- und Bergmaschinenwesen, Ubierring 48: „Spitzenleistungen der modernen Meßtechnik". Prof. Dr.-Ing. G. Keinath.

Gau Magdeburg. 21. 1. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Oberwellen in Starkstromnetzen". Prof. Dr.-Ing. E. Hueter VDE.

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 21. 1. (Di), 20 h, T. H.: „Störungsmessung mit Tintenschreiber und Oszillograph" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. P. M. Pflier.

Gau Niedersachsen, Hannover. 21. 1. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Aufnahme- und Wiedergabetechnik des Tonfilms". Dipl.-Ing. Gesebrecht.

Gau Nordbayern, Nürnberg. 17. 1. (Fr), 20 h, Siemens-Haus, Frauentorgraben 35: „Der heutige Stand der Entwicklung der Photozelle u. ihre Anwendung". Dr.-Ing. W. Kluge.

Gau Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit dem VDI). 24. 1. (Fr), 20 h, Landesmuseum, Adolf-Hitler-Platz 5: „Die Erzeugung und Verwendung heimischer Treibstoffe unter bes. Berücks. d. elektr. Stromes für Kraftfahrzeuge". Dipl.-Ing. W. Rödiger. Anschließend drei Filme über die Verwendung von Elektrofahrzeugen in Industrie, Handel und Gewerbe sowie in kommunalen Betrieben.

Gau Oberschlesien, Gleiwitz. 21. 1. (Di), 17 h, Hindenburg, Büchereisaal der Donnersmarckhütte: „Lichttechnische Fragen in der Industrie". Dipl.-Ing. W. Kircher VDE.

Gau Ostsachsen, Dresden. 23. 1. (Do), 19 h 45 m, T. H.: „Über die Verwendung von Öl in Schaltanlagen und Schaltern". Dipl.-Ing. E. König VDE.

Gau Ruhr-Lippe, Essen. 16. 1. (Do), 16 h, Essen, Städt. Saalbau: „Elektrowärmeanwendung in der keramischen Industrie". Dr.-Ing. Rittgen.

Gau Saar, Saarbrücken. 24. 1. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Neuzeitliche Schachtfördermaschinen und ihre Sicherheitseinrichtungen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. M. Graf.

Gau Südsachsen, Chemnitz. 23. 1. (Do), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Die Elektrochemie im Rahmen der Elektrotechnik". Prof. Dr. G. Masing.

Gau Thüringen, Erfurt. 16. 1. (Do), 20 h, Münchner Bürgerbräu: „Kleinförderanlagen in behördlichen und gewerblichen Betrieben" (m. Lichtb. u. Film). Dipl.-Ing. Rjosk VDE.

Gau Württemberg, Stuttgart. 16. 1. (Do), 20 h, T. H.: „Über einige Probleme beim Bau von Hochspannungsmaschinen für Wechselstrom". Prof. Dr. Eberspächer VDE.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 10. Januar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 23. Januar 1936 Heft 4

Spitzenleistungen der neuzeitlichen Meßtechnik.

Von Prof. Dr.-Ing. Georg Keinath, Berlin.

621. 317

Übersicht. Der Vortrag[1]) gibt eine zusammenfassende Darstellung über den gegenwärtigen Stand der elektrischen Meßtechnik. Er schildert die Fortschritte, die auf dem Gebiete magnetischer Werkstoffe gemacht wurden, sowohl Stahl als magnetisch weiche Legierungen. Dann wird auf die heutigen Richtlinien für den Bau von Meßgeräten eingegangen, auf Lichtmarkeninstrumente und Kleininstrumente. Die Messung kleinster Leistungen ist möglich geworden durch die Ausbildung der Meßgleichrichter, insbesondere der Schwinggleichrichter. Es folgt dann ein kurzer Bericht über die Fortschritte bei der Messung hochfrequenter Ströme und Spannungen bis in das Gebiet der Kurzwellen, Fortschritte auf dem Gebiete der Fernmessung und der Messung kleinster Leistungen, insbesondere dielektrischer Verluste in Isolierstoffen. Diese Messungen, insbesondere die direkte Aufzeichnung der dielektrischen Verluste mit Tinte und Feder auf einem Papierstreifen während der Hochspannungsprüfung, erscheinen von größter Bedeutung für die Prüftechnik allgemein, weil man mit ihnen zum erstenmal einen Einblick in die Vorgänge im Dielektrikum während der Prüfung erhält.

Weitere interessante Neuschöpfungen sind die Zeitwaage zur Aufzeichnung der Gangdifferenz von Taschenuhren und Armbanduhren gegenüber einer Normaluhr, das neue Ferrometer zur Überprüfung magnetischer Stoffe und akustische Meßgeräte zur direkten Aufzeichnung von Geräuschstärken. Schließlich wird noch auf die Messung von Kräften und kleinen Wegen eingegangen nach induktiven und nach kapazitiven Verfahren und auf die Messung von Materialspannungen nach einem röntgen-optischen Verfahren.

Die Meßtechnik ist bisher eigentlich ein Stiefkind der Technik gewesen; man hat sie als ein Gebiet geringeren Interesses angesehen. Die jungen Ingenieure haben sich nicht gern mit ihr befaßt; sie haben sich viel lieber mit den großen Schwungrädern und Transformatoren beschäftigt. Das hat sich aber im Laufe der Zeit geändert. Man hat eingesehen, daß die Meßtechnik die Grundlage aller Forschung und wirtschaftlicher Betriebsführung ist. Wenn heute in steigendem Maße Meßgeräte auf e l e k t r i s c h e r Grundlage verwendet werden, so geschieht das deshalb, weil die elektrischen Meßgeräte den Vorteil haben, daß man mit ihnen Fernmessungen bis zu beliebigen Entfernungen ausführen kann, und weil sie weiterhin eine wesentlich größere Feinfühligkeit besitzen als die meisten mechanischen Meßgeräte.

Meine Ausführungen sollen sich im wesentlichen auf Meßgeräte der Technik und des Betriebs beziehen. Nur in Ausnahmefällen will ich auf Erfolge Bezug nehmen, die man nur laboratoriumsmäßig erzielt hat. Meine Ausführungen werden dem reinen Meßtechniker vielleicht nicht viel Neues bringen. Aber ich glaube, daß die meisten unter Ihnen nicht Spezialisten der Meßtechnik sind, und daß Sie wissen möchten, was auf diesem interessanten Gebiet geleistet wurde.

[1]) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 17. 12. 1935. Eine Aussprache hat nicht stattgefunden.

Der Umfang der elektrischen Messungen ist ungeheuer groß. Ich glaube nicht, daß man mit anderen Meßverfahren diesen weiten Bereich umspannt. Beispielsweise messen wir als größte Wechselstromstärke etwa 100 000 A, als kleinste (ohne Verstärker) etwa $^1/_{1000}\,\mu$A oder 10^{-9} A. Das ist ein Bereich von 14 Zehnerpotenzen. Wenn man das auf Längenmessungen überträgt, dann würden die 100 000 A beispielsweise einem Erdquadranten entsprechen und die 10^{-9} A — die wir noch unmittelbar, also o h n e Verstärker messen — etwa $^1/_{10\,000}$ mm.

Ich will im folgenden einen Überblick über das geben, was wir in der Meßtechnik als Besonderheit zu verzeichnen haben.

Baustoffe.

Zunächst muß ich mit einigen Worten auf die Baustoffe und die Grundelemente der Meßtechnik eingehen. Besondere Baustoffe sind die magnetischen Stoffe Stahl und weiches Eisen. Die Entwicklung des S t a h l s ist in den letzten Jahren besonders bemerkenswert gewesen. Bis um die Jahrhundertwende stand der gewöhnliche Kohlenstoffstahl mit einer Koerzitivkraft von etwa 40 Örsted zur Verfügung. Dann kam der Wolfram- und Chromstahl mit etwa 60 bis 70, bis schließlich nach dem Kriege (1919) die Nachricht aus Japan kam, daß auf Grund einer Stiftung des Baron Sumitomo der Japaner H o n d a einen Stahl zusammengesetzt hatte, der etwa 50 % Eisen enthielt, ferner aber bis zu 35% Kobalt, und mit dem die erstaunliche Koerzitivkraft von 250 Örsted erreicht wurde. Man hatte schon damals, soweit Stahl zur Anwendung kam, eine Umwälzung des Meßinstrumentenbaues prophezeit. Die Entwicklung blieb jedoch dabei nicht stehen. Wiederum war es der Japaner M i s h i m a , der vor fünf Jahren einen Stahl mit einer Koerzitivkraft bis zu 700 Örsted herstellte, und zwar war es eine bemerkenswerte Legierung Eisen-Nickel-Aluminium (mit 8 bis 15 % Al) — eine Legierung, von der man zunächst solche Eigenschaften gar nicht erwartet hätte. Kurze Zeit darauf hat wiederum Honda den Titan-Stahl entwickelt mit einer Koerzitivkraft von 900 Örsted. Wir haben also die Koerzitivkraft des Stahls rund auf das Zwanzigfache gesteigert.

Man kann diesen Stahl mit einer so hohen Koerzitivkraft nicht einfach an Stelle des bisherigen Stahls verwenden, sondern man muß ihn sozusagen „mit Verstand" verwenden; man muß die Meßinstrumente nach dem Stahl bauen und nicht den Stahl nach den alten Meßgeräten formen. Wenn früher beispielsweise ein Hufeisenmagnet mit einer verhältnismäßig großen Länge mit Polschuhen und Polkern aus weichem Eisen verwendet wurde, dann ist das heute umgekehrt. Es gibt Meßinstrumente, bei denen nur der Polkern aus Stahl besteht und der Rückschluß aus weichem Eisen. Man kann auch allein die Polschuhe aus Stahl herstellen und damit brauchbare Magnete erzielen.

Die andere Entwicklung liegt auf dem Gebiet des magnetischen weichen Werkstoffes. Das gewöhnliche Dynamoblech mit 3,5 % Silizium, das von Gumlich eingeführt wurde, war jahrelang auf einem Höchstwert der Permeabilität von 5000 bis 6000 und einer Anfangspermeabilität von etwa 200 bis 300 geblieben. In den letzten Jahren ist es gelungen, durch Herstellung im Elektroofen und thermische Behandlung das Blech weitgehend zu verbessern: auf einen Höchstwert der Permeabilität von 25 000 bis 30 000 und eine Anfangspermeabilität von 600 bis 800. Allerdings ist auch der Preis dieses Materials wesentlich höher; er beträgt etwa das Fünffache des Preises für gewöhnliches Dynamoblech, ungefähr entsprechend dem Permeabilitätsgewinn. Für viele Zwecke, z. B. für Meßwandler, kann es aber trotzdem wirtschaftlicher sein, das teure Blech zu verwenden.

Besonders große Fortschritte sind auf dem Gebiete der Nickel-Eisen-Legierungen gemacht worden. Die erste dieser Legierungen war das Permalloy (78,5 % Nickel, 21,5 % Eisen), mit dem Permeabilitäten von 130 000 regelmäßig und bis zu 250 000 im Laboratorium erreicht wurden. Man vergleiche damit die Permeabilität des gewöhnlichen Eisens von 5000! Den Weltrekord in dieser Beziehung hat der Werkstoff „1040", den Dr. Neumann in Forschungslaboratorium der Siemenswerke entwickelt hat, mit einer Anfangspermeabilität von 40 000 bis 50 000 und einer maximalen Permeabilität von etwa 100 000. Die Koerzitivkraft dieser Stoffe ist auch sehr viel kleiner geworden; sie beträgt 0,03 und 0,02 gegen etwa 0,5 Örstedt beim besten hochlegierten Eisen. Man kann deshalb mit diesem Material Meßinstrumente bauen, die man früher wegen der hohen Koerzitivkraft nicht mit genügender Genauigkeit herstellen konnte.

Fertigung und Aufbau.

Nun noch etwas Allgemeines über die Entwicklung der Instrumente selbst. Ich muß leider gestehen, daß wir hinsichtlich der Genauigkeit bei unseren anzeigenden Meßinstrumenten und im allgemeinen heute kaum weiter sind als vor 20 Jahren. Wir bemühen uns, die Toleranz von 0,2 % auf 0,1 % zu verringern. Aber das macht große Mühe, und es sind nicht die elektrotechnischen Fragen, die uns diese Mühe machen, sondern es sind mechanische Mängel, z. B. Nachwirkungen der Feder und dergl., die verhindern, daß wir die letzte Genauigkeit herausholen.

Dagegen haben wir große Fortschritte gemacht hinsichtlich der mechanischen Widerstandsfähigkeit der Instrumente. Wahrscheinlich war es das Flugwesen, das durch seine scharfen Anforderungen den Anstoß gegeben hat. Wir prüfen heute die Instrumente auf Schüttelmaschinen und unterziehen sie Fallproben. Wir gehen sogar so weit, daß wir ganz empfindliche Präzisionsmeßgeräte als Typenprobe unverpackt aus einer gewissen Höhe fallen lassen, um auf diese Weise die schwachen Teile herauszufinden. Es ist besser, es geht zunächst ein Muster zugrunde als später die Lieferung.

Eine gewisse Wandlung hat sich hinsichtlich der Anwendung von Lichtzeigern und Lichtmarken vollzogen. Während früher die Lichtmarke auf das Laboratoriumsinstrument beschränkt war, ist sie heute in die Technik der Betriebsinstrumente eingeführt worden. Die Vorteile des Lichtzeiger-Systems sind: schnellste Einstellzeit, parallaxenfreie Ablesung, kleinster Verbrauch.

Ein Beispiel für ein Betriebsinstrument: 200 mm Skalenlänge, 1,5 mW Eigenverbrauch, 300 mg · cm Drehmoment und eine Einstellzeit von 25 ms. Man braucht solche Instrumente in der Rundfunktechnik zur Überwachung der Lautstärke. Die Stromempfindlichkeit der Drehspulinstrumente ist erheblich gesteigert worden. Wenn beispielsweise früher 50 μA schon eine ganz achtbare Leistung waren, so erreicht man heute 10 μA für ganz kleine Instrumente. Durch besondere Kunstgriffe mit Lichtmarkeninstrumenten sind wir auf 0,1 μA für Endausschlag gekommen, so daß man also noch 0,001 μA mit 1 % der Skalenlänge ablesen kann. Erreicht wurde das durch die Einführung sehr dünner emaillierter Leitungsdrähte. Früher war es nicht möglich, Kupferdrähte mit 0,02 oder 0,03 mm zu erhalten. Sie müssen bedenken, daß ein sehr feines Frauenhaar etwa 0,05 mm und ein robusteres Haar etwa 0,1 mm Dmr. hat. In ein kleines Instrument von nur 90 mm Dmr. wird eine Spule eingebaut mit 5800 Windungen, 0,02 mm Dmr., 16 000 Ω und 380 m Drahtlänge. Beim schreibenden Gerät haben wir 9000 Windungen, 0,03 mm Dmr., mit 26 000 Ω und 1,26 km Drahtlänge. Man ist dazu übergegangen, solche Wicklungen mit Maschinen herzustellen, denn es wäre eine Qual für die Wicklerin, den dünnen schwarzen Draht lagenweise zu Tausenden zu wickeln.

Abb. 1. Miniatur-Dreheisen-Spannungsmesser, 0 bis 3 V, Sockel-Dmr. 18 mm.

Der Zug der Technik geht dahin, Kleininstrumente zu schaffen. Besonders auf dem Gebiet der Drehspul-Instrumente ist die Entwicklung sehr weit vorgeschritten. Durch die Liebenswürdigkeit der Firma Hartmann & Braun kann ich Ihnen ein Instrument zeigen von nur 35 mm Dmr. Es ist ein Drehspul-Instrument mit Endausschlag 6 μA, wie es in den Zeiß-Ikon-Belichtungsmesser eingebaut wird. Die Drehspule dieses Instruments hat 1600 Windungen; der Gütefaktor beträgt 0,25. Ferner darf ich auf eine Sonderleistung hinweisen: meine Mitarbeiter haben mir zu meinem 25jährigen Dienstjubiläum ein kleines „Krawatten-Voltmeter" hergestellt, das nur die Größe eines Pfennigs hat und wirklich betriebsfähig ist. Der Endausschlag beträgt 3 V, das Drehmoment 1 mg · cm und der Gütefaktor 2,5, Abb. 1. Man kann mit diesem Instrument tatsächlich messen. Für die laufende Fertigung ist dieses Instrument nicht gedacht, es ist jedoch als besondere Einzelleistung zu werten.

Verwendung von Gleichrichtern.

Einen weiteren großen Schritt haben wir in der Meßtechnik durch das Messen von Wechselströmen mit Gleichstrominstrumenten unter Verwendung von Gleichrichtern gemacht. Alle für unmittelbare Wechselstrommessungen gebaute Instrumente, wie wir sie bisher kannten, Dynamometer, Hitzdrahtinstrument, Induktionsinstrument usw., haben einen Eigenbedarf in der Größenordnung von etwa 1 VA. Man kann deshalb nur Leistungen messen, die mindestens hundertmal so groß sind, damit nicht die Korrektur durch den Eigenverbrauch zu beträchtlich wird. Könnte man Gleichstrominstrumente verwenden, dann hätte man den Vorteil, daß der Eigenverbrauch viel geringer ist. Es ist nun kein Kunststück, ein Gleichstrominstrument mit einem Verbrauch von 1 μW beim Endausschlag zu bauen, und mit dem Lichtmarken-Instrument kommen wir so weit, daß das Spulensystem für sich nur 10^{-9} W braucht.

Bei 10 % des Ausschlags, also etwa 15 mm Zeigerbewegung, haben wir für diesen Ausschlag eine Leistung von 10^{-11} W.

Als Gleichrichter kommen für Hochfrequenz Röhrengleichrichter und für Niederfrequenz Trockengleichrichter und Schwinggleichrichter in Betracht. Der Trockengleichrichter, auch Sperrschicht-Gleichrichter genannt, ist als Kupferoxydul- und Selen-Gleichrichter bekannt. Er zeichnet sich durch überaus große Einfachheit aus, hat aber eine merkwürdige Eigenschaft. Die gleichrichtende Wirkung setzt allmählich ein, ist gut bei 100 mV und geht wieder zurück bei Spannungen über 6 V. Höhere Spannungen können nicht mehr bewältigt werden, sonst schlägt der Gleichrichter durch oder geht durch Erwärmung zugrunde. Es gibt allerdings Verwendungszwecke, z. B. für akustische Meßgeräte, bei denen man die dem Trockengleichrichter eigene, quadratische Anfangskennlinie besonders wünscht. Man kann diesen Gleichrichter nach dem Vorschlag von Pfannenmüller und Walter auch mit Wechselstrom fremderregen und ihm eine Vorspannung geben. Dann ist die quadratische Anfangskennlinie ausgelöscht, und wir haben eine lineare Anfangskennlinie und gleichzeitig einen phasenempfindlichen Gleichrichter. Von solchen Gleichrichtern macht man in Brückenschaltungen bei Mittelfrequenzen von 500 bis 10 000 Hz Gebrauch.

Die zweite Type von Gleichrichtern ist der Schwinggleichrichter oder allgemeiner gesagt der mechanische Gleichrichter. Mechanische Gleichrichter als rotierende Gleichrichter waren schon durch die Versuche von Joubert am Anfang der achtziger Jahre bekannt. Die Joubertsche Scheibe zur punktweisen Abtastung ist allgemein bekannt und auch Jahrzehnte hindurch in den physikalischen Laboratorien der Technischen Hochschulen der Schrecken der Studenten und Doktoranden gewesen. Einer meiner Mitarbeiter hat an der Hochschule München vor 25 Jahren etwa drei Monate zugebracht, um die störenden Thermospannungen herauszubringen. Damit könnte man also kein technisches Meßinstrument bauen.

Später, vor etwa 12 Jahren, ist von Janvier und der Firma Carpentier ein Schwinggleichrichter entwickelt worden, der mit einem Gleichstrominstrument als Nullindikator an der Wechselstrombrücke verwendet wurde. Aber auch dieser Gleichrichter war sehr roh und nicht als Feinmeßgerät anzusprechen.

Zu einem brauchbaren Hilfsgerät in der Meßtechnik wurde der mechanische Gleichrichter erst, als Sell vor 10 Jahren den Vorschlag machte, eine schwingende Membrane zum Gleichrichten von Wechselströmen für Meßzwecke zu verwenden. Auch mit dieser Membrane sind wir leider wegen der Temperatureinflüsse nicht zurecht gekommen. Schließlich hat einer meiner Mitarbeiter, Herr Pfannenmüller, einen Zungengleichrichter entwickelt, der in seiner heutigen Gestalt für diese Zwecke absolut vollendet ist. Daß das der Fall ist, mögen sie daraus erkennen, daß in den fünf oder acht Jahren seiner Herstellung an seinem Aufbau nicht das geringste geändert worden ist. Abb. 2 zeigt den Schwinggleichrichter in der heutigen Form. Auf der Grundplatte befindet sich ein permanenter Magnet. Darüber liegt eine schwingende Zunge mit einer Eigenfrequenz von 3000 bis 5000Hz. Die Zunge wird durch Wechselstrommagneten erregt. Die Erregerleistung beträgt etwa 1 W.

Abb. 2. Schwinggleichrichter.

Dieser Gleichrichter kann im wahrsten Sinne des Wortes als Spitzenleistung angesprochen werden. Seine Amplitude, die maximale Schwingbewegung der Zunge, beträgt nur 0,02 bis 0,03 mm. Die Genauigkeit der Bewegung erfolgt mit einer Sicherheit von 0,1 Winkel-Minute, nicht als Einzelkontakt, sondern im Durchschnitt über eine Sekunde. Auf den Höchstweg von 0,02 bis 0,03 mm umgerechnet, heißt das, daß die Schwingbewegung der Zunge auf 1 Millionstel mm konstant ist. Diese Genauigkeit ist nicht nur einmal vorhanden, sondern über eine lange Zeit. Solche Gleichrichter laufen zum Teil schon ununterbrochen über zwei Jahre in Dauerversuchen. Man glaubt zunächst nicht, daß mit einem mechanischen Gleichrichter eine solche Genauigkeit erreicht werden kann. Wenn Sie an Kontakte in Meßinstrumenten denken, kann ich das verstehen; denn Meßinstrumente mit Kontakten sind immer das Schmerzenskind der Meßtechniker gewesen. Aber das sind verschiedene Dinge. Der Meßinstrumentenkontakt ist ein Verstärkerkontakt. Sie haben beispielsweise 1 mW Leistung in dem Spulensystem und wollen 1 W schalten. Das ist natürlich sehr viel schwieriger, als wenn es umgekehrt ist. Wir haben auf diesem Schwinggleichrichter 1000 mW Erregerleistung und auf dem Kontakt nur 1 mW Schaltleistung. Wir schalten nur 1 V und 1 mA. Wir haben auch keinen Ehrgeiz, diese Schaltleistung höher zu treiben, denn die Gleichstrominstrumente brauchen nur etwa 1 μW, und wir wollen uns nicht plagen, 10 oder 20 mW zu schalten.

Nach unten hin ist die Leistungsfähigkeit des Schwingkontaktgleichrichters praktisch unbegrenzt, d. h. wir haben bisher keine Grenze gefunden, wo die Gleichrichtung aufhört. Man kann μV mit derselben Genauigkeit wie mV schalten. Wenn es sich darum handelte, größere Leistungen herauszuholen, sind wir andere Wege gegangen. Ich werde darauf noch später eingehen.

Man kann solche Schwinggleichrichter in bestimmter Schaltung — wenn man zwei Gleichrichter in geringer Phasenverschiebung verwendet — genau so benutzen wie die alte Joubertsche Scheibe und damit eine Wechselspannung von nur 1 mV punktweise abtasten, indem man die Erregerphase des Gleichrichters durch Drehen eines Phasenschiebers um 360° dreht.

Meßwandler.

Eine ganz kurze Bemerkung über Strom- und Spannungswandler! In den letzten Jahren ist eine ganz beträchtliche Steigerung der Genauigkeit der Stromwandler zu verzeichnen. Während wir vor 10 oder 20 Jahren noch froh waren, wenn wir eine Toleranz von 0,5 % hatten, können wir heute Stromwandler herstellen mit 0,01 % Toleranz und einem Fehlwinkel von 0,5′, während früher 10 bis 20′ das Erreichbare schienen. Möglich geworden ist das durch die Verwendung der hochpermeablen Nickel-Eisen-Legierungen. Wir können jetzt ganz genaue Stromwandler machen, auch für sehr kleine Nennstromstärken für Meßzwecke. Für die Verlustmessung ist es gelungen, Stabwandler oder Einleiter-Stromwandler mit nur 1 mA-Windung zu bauen, während man sonst gewohnt ist, mit 100 oder 1000 AW. zu rechnen; selbstverständlich ist dies nur unter erheblicher Beschränkung der sekundären Leistung möglich. Wir können mit einem solchen Wandler für 1000 A Nennstrom noch Stromstärken von Milliampere genau messen. Die Fehlerkurve der Stromwandler geht beim Strom 0 nicht auf ∞, sondern nur entsprechend der kleineren Anfangspermeabilität hinauf. Der Minimalfehler verhält sich zum maximalen wie $\mu_{min}:\mu_{max}$. Deshalb sind solche Stromwandler aus dem erwähnten Werkstoff 1040 für mehrere 1000 A Nennstrom auch für Milliampere genau. Unsere deutsche Meßtransformatorentechnik ist, soviel ich feststellen konnte, der amerikanischen weit überlegen. Für 220 kV liefern die Amerikaner wahre Ungetüme an Kupfer, Eisen und Öl; für einen Drehstrom-Meßsatz verwenden sie bei 220 kV 169 t Baustoffe, während wir in Deutschland mit nur 10 t auskommen bei gleicher, wahr-

scheinlich größerer Sicherheit, gleicher Genauigkeit und gleicher sekundärer Leistung.

Meßverfahren.

Strom- und Spannungsmessung: Ich will einige Aufgaben aus dem Gebiet der Meßverfahren herausgreifen; zunächst die Strom- und Spannungsmessung bei Hochfrequenz. Diese Messungen sind sehr wichtig; man verlangt sie bis in das Gebiet der Ultrafrequenz hinein. Der Thermo-Umformer ist an sich einwandfrei; man kann ihn aber leider nur für geringe Stromstärken richtig bauen. Herr Zinke hat für Thermo-Umformer eine schöne Faustformel gegeben: der vierfache Nennstrom ist bei 5 % Toleranz gleich der zulässigen Wellenlänge. Für 10 A hat beispielsweise ein Thermo-Umformer die Grenze seiner Anwendbarkeit bei 4 mal 10 gleich 40 m Wellenlänge. Für hohe Stromstärken muß man zu anderen Mitteln greifen: zum Stromwandler und Gleichrichter. Mit dem Trockengleichrichter kommen wir unter Zugabe einer größeren Toleranz (etwa 10 %), wenn wir das Gerät mehr als Stromindikator verwenden wollen, bis auf 6 m Wellenlänge, also 50 MHz. Für eisenlose Stromwandler und solche mit Hochfrequenzeisen kommen wir bis zu der gleichen Grenze von 50 MHz mit nur 5 % Toleranz. Diese Stromwandler sind als Einleiterwandler ausführbar für Nennstromstärken bis herab zu 0,5 A.

M_1, M_2 Meßsysteme L Lichtquelle
s_1, s_2 Spiegel G Glasplatte

Abb. 3. Licht-Koordinatenschreiber, grundsätzlicher Aufbau.

Für die Spannungsmessung bei Hochfrequenz kommt nur das Röhrenvoltmeter in Betracht, für höchste Frequenz nach einem Kompensationsverfahren, das Rohde angegeben hat. Ich lege von ihm ein kleines Röhrchen mit nur 1 cm Dmr. für ein Röhrenvoltmeter, für Frequenzen bis zu 1000 MHz, also 30 cm Wellenlänge, vor.

Ein anderes Gebiet von allgemeinem Interesse ist die Fernmessung zum Zwecke der Lastverteilung in großen Elektrizitätsbetrieben. In dieser Beziehung war uns Amerika vor 10 Jahren voraus. Heute haben wir Amerika weit überflügelt. Es sind schon Hunderte von Fernmeßanlagen nach den verschiedensten Systemen in Betrieb, und zwar für Entfernungen bis zu 500 km. Es ist heute möglich, 18 Meßgrößen gleichzeitig, also nicht nacheinander und auch nicht in kurzen Zeiträumen, auf einem einzigen Kanal zu übertragen. Eine Anlage dieser Art mit gleichzeitiger Übertragung von 10 Meßgrößen ist beim Großkraftwerk Franken in Betrieb. In nächster Zeit werden zwei weitere Meßgrößen angeschlossen.

Leistung und Verlustmessung: Ein großes und wichtiges Gebiet ist die Leistungsmessung bei Niederfrequenz. Am wichtigsten ist hier die Messung kleiner Leistungen. Die Messung großer Leistungen, wie sie in den Kraftwerken vorkommen, bietet keine Schwierigkeiten. Das klassische Instrument zur Messung kleiner Leistungen ist seit 20 Jahren oder mehr die Scheringbrücke. Sie läßt hinsichtlich der Genauigkeit absolut nichts zu wünschen übrig; desgleichen auch nicht hinsichtlich der Empfindlichkeit. Wenn man einen Verstärker in die Diagonale schaltet, kann man die Empfindlichkeit beliebig weit treiben, soweit man auch die Störeinflüsse durch elektrostatische Felder und dergl. ausscheiden kann. Aber sie hat einen Nachteil: sie ist nicht unmittelbar zeigend und zeichnet nicht auf. Die Elektrotechniker haben, mindestens für Forschungszwecke, das Verlangen, stetige Aufzeichnungen der Messungen vorliegen zu haben, denn die Aufzeichnung eines Vorgangs gibt ganz andere Aufschlüsse als die punktweise Beobachtung. Eine Ab-

Abb. 4. Licht-Koordinatenschreiber, äußerer Aufbau.

lesung dauert im günstigsten Falle 10 bis 20 s, wenn nur sehr geringe Änderungen zwischen den einzelnen Punkten vorhanden sind. Ist aber die Änderung einigermaßen merklich, dann erfordert das Abgleichen der Widerstände ungefähr eine Minute, und das ist bei schnell veränderlichen Vorgängen sehr lange.

Abb. 5. Verlustfaktor in Abhängigkeit von der Öltemperatur bei neuem und altem Transformatorenöl.

Wir haben deshalb den Schwinggleichrichter zur Messung von sehr kleinen Wechselstromleistungen durchgebildet. Wenn wir ihn über einen Phasenschieber erregen, können wir die Wirk- und Blindkomponente des Stromes beliebig einzeln ausmessen; die Blindkomponente entspricht ja der Kapazität, die Wirkkomponente den dielektrischen Verlusten. Zur Aufzeichnung haben wir ein besonderes Werkzeug geschaffen: den Lichtkoordinatenschreiber (Abb. 3). Er besteht wie das alte Saladin-Galvanometer, aber in einfacherer Bauweise, aus zwei als Gleichstromsysteme ausgeführten Meßsystemen mit je einem Spiegel. Das eine System bewegt einen Lichtpunkt waagerecht und das zweite System senkrecht. Ich gebe beispielsweise auf das eine System die Spannung und auf das andere den Strom und erhalte das Strom-Spannungs-Diagramm als Funktion der Spannung. Abb. 4 zeigt das äußere Bild des Lichtkoordinatenschreibers. Auch

sehen Sie hier ein Gerät mit dem Ferrometer ausgestellt.

Der Lichtkoordinatenschreiber ist sehr empfindlich. Wir haben eine reichlich große Lichtzeigerlänge von etwa 60 cm. Es ist uns deshalb ohne besondere Mühe möglich, eine sehr hohe Empfindlichkeit, d. h. einen geringen Eigenverbrauch zu erreichen. Das System braucht auch ungefähr 10^{-9} A für den Endausschlag. Wir können damit die Verluste bei niedriger Spannung auch in Kondensatoren mit kleiner Kapazität messen.

Die dielektrischen Verluste im Öl sind viel kennzeichnender für seine Güte als die Durchschlagsfestigkeit. Es wird bestimmt die Zeit kommen, wo nicht mehr die Durchschlagsfestigkeit von Öl gemessen wird — mindestens nicht mehr allein —, sondern seine dielektrischen Verluste. Die Verluste ändern sich beim guten Öl zu schlechtem Öl im Verhältnis von 1 : 1000, während sich die Durchschlagsfestigkeit höchstens im Verhältnis 1 : 10 ändert (25 : 250 kV). Auch ist die Durchschlagsmessung ein außerordentlich rohes Verfahren, das keinen genügenden Aufschluß über die Güte des Öles gibt. Man hat darüber hinaus noch eine große Zahl physikalisch - chemischer Meßverfahren; aber sie sind so langwierig, daß man sie verhältnismäßig wenig anwendet.

Wir haben mit einem solchen Meßkondensator die dielektrischen Verluste von altem und neuem Transformatoröl aufgenommen. Auch hier haben wir eine besondere Leistung hinsichtlich der Empfindlichkeit. Unser Meßkondensator hat samt Öl (30 cm³) eine Kapazität von 400 pF. Wir können mit einer Spannung von nur 100 V messen und haben bei 50 Hz eine Scheinleistung von 1 mVA. Wenn wir einen Leistungsfaktor von nur 0,1 % haben oder 10^{-3}, dann beträgt die Verlustleistung bei dieser Ölmenge 1 µW. Das reicht vollkommen aus, um diesen Koordinatenschreiber zu betätigen, denn er braucht nur Tausendstel eines Mikrowatt.

Abb. 5 zeigt zwei Kurven; die untere gilt für neues und die obere für altes Transformatoröl, als Funktion der Temperatur aufgezeichnet, denn wir können die Bedeutung der Abszisse und Koordinate beliebig wählen. Sie sehen, daß bei 20 ° der Unterschied relativ klein ist; das alte Öl hat nur die doppelten Verluste. Aber bei 120 ° sind die Verluste bereits 20mal so groß. Es ist allgemein wichtig, die Qualitätsbestimmung von Isolierstoffen auch bei höheren Temperaturen vorzunehmen und nicht nur bei 20 °.

Wir haben diesen Lichtkoordinatenschreiber angewendet, um die dielektrischen Verluste bei der Hochspannungsprüfung zu überwachen. Ich muß dazu kurz in das Gebiet der Hochspannungstechnik und -prüfung gehen. Wie prüfen Sie ein Hochspannungsgerät für beispielsweise 10 kV? Nach den Vorschriften des VDE und aller anderen Länder setzen Sie diesen Prüfling einer zwei-, drei-, vierfachen Spannung aus, also in Deutschland einer Spannung von 42 kV. Ist dabei der Ölschalter des Prüftransformators nach Verlauf von einer Minute nicht herausgefallen, dann sagen Sie, daß der Prüfling gut ist. Sie wissen aber nicht, ob er nicht etwa eine Sekunde später sein Leben ausgehaucht hätte. Jeder von Ihnen wird wissen, daß mancher von diesen Prüflingen in der Praxis doch Nein gesagt hat, wenn er einige Wochen die Spannung von 10 kV kennengelernt hatte.

Ich bin auf das Steckenpferd der Verlustmessung bei der Hochspannungsprüfung durch eine trübe Erfahrung gekommen, die ich vor 10 Jahren gemacht hatte. Wir hatten damals bei einer bestimmten Type von Spannungswandlern die Prüfspannung erhöht und die Imprägnierung geändert. Trotzdem waren im Betriebe Durchschläge vorgekommen, weil in der Imprägnierung Hohlräume vorhanden waren. Ich habe daraufhin damals die Achtstundenprüfung als Typenprüfung eingeführt; also den Prüfling 8 h lang mit 42 kV beansprucht. Diese Prüfung hat sich ausgezeichnet bewährt. Aber eine solche Prüfung kann man nicht als Stückprüfung durchführen, obwohl manche Kunden diese Prüfung für jedes Stück verlangt haben.

Abb. 6a. Trocken-Spannungswandler, einwandfrei imprägniert.

Abb. 6b. Trocken-Spannungswandler, schlechter imprägniert.

Abb. 6c. Trocken-Spannungswandler, schlecht imprägniert.

Wir haben deshalb nach einem anderen Verfahren gesucht, um diese Hochspannungsprüfung zu überwachen, und das konnten wir mit dem Schwinggleichrichter und dem Koordinatenschreiber. Als Versuchsobjekt wählten wir einen Trocken-Spannungswandler mit Vakuumimprägnierung der Wicklung. Abb. 6 zeigt die Diagramme für drei verschiedene Wandler; der obere ist einwandfrei, die beiden unteren nicht. Wir gehen so vor, daß wir die Spannung der als Prüflinge verwandten 20 kV-Wandler stetig bis auf 64 kV steigern. Ist die Prüfspannung erreicht, die dann eine Minute lang stehenbleibt, so schalten wir eine Zusatzspannung in den Koordinatenschreiber mit einem Uhrwerk, das einen Gleitkontakt auf dem Widerstand verschiebt, so daß sich der Lichtpunkt proportional der Zeit weiterbewegt. Den Verlustfaktor können wir aus einem Strahlmaßstab entnehmen. Ist der Wert tg δ konstant, dann muß der Wirkstrom proportional der Spannung zunehmen. Wir können also mit dem Strahlmaßstab aus der Neigung der Zunahme des Stromes mit der Spannung den Wert tg δ ablesen. Wir wollen also während der Steigerung der Prüfspannung den geradlinigen Anstieg proportional der Spannung und während der Einminutenprüfung dann den waagerechten Verlauf sehen. Während der 60 s darf nichts geschehen; sonst ist der Prüfling durch die Prüfung vorbeschädigt worden.

Bei der obersten Kurve in Abb. 6 ist dieses Ideal fast erreicht. Es ist nur eine ganz geringe Zunahme kurz vor Erreichung der Prüfspannung zu sehen. Der erste Teil dieses Diagrammes muß uns sagen, daß der Ionisierungsknick oberhalb der Betriebsspannung liegt. Wenn der

Wert tg δ schon unterhalb der Betriebsspannung abknickt, dann ist der Prüfling nicht betriebssicher. Der zweite Teil der Kurve muß uns sagen, ob nicht der Prüfling Schaden gelitten hat. Die Kurve muß also vollkommen waagerecht verlaufen. Beim zweiten Prüfling sehen wir bei 30 s eine geringfügige Zunahme. Beim dritten Prüfling haben wir zwei solche Stellen. Er hat also einen Schaden davongetragen.

Abb. 7 zeigt ein Diagramm, das wir auf dieselbe Weise aufgenommen haben, und zwar handelt es sich um drei aufeinanderfolgende Prüfungen an einem schlecht imprägnierten Wandler. Die unterste Kurve zeigt die erste Prüfung. Die „Sollkurve" geht bis auf 2 % und dann waagerecht weiter. Die Kurve geht aber hier bis 4 % und steigt auf 6 % ohne Durchschlag. Bei der zweiten Prüfung decken sich die Kurven bis 25 kV, die zweite steigt aber bei Erreichung von 64 kV schon auf 6 % und dann auf 8 %. Bei der dritten Prüfung haben wir bei 64 kV schon 9 %. Abb. 8 zeigt noch die vierte und fünfte Prüfung. Sie sehen, daß wir Werte von 16 % erreichen, und daß sich die Kurve schon bei 29 kV mit scharfem Knick von dem Sollverlauf loslöst.

Abb. 9 zeigt gleichfalls den Verlauf solcher aufeinanderfolgender Prüfungen an einem anderen schlechten Exemplar. Es ist bemerkenswert, daß die erste Prüfung bis 30 s vollkommen in Ordnung geht; der Wert tg δ steigt auf 2,5 %; dann erfolgt wiederum nur ein kleiner Knick. Man könnte denken, daß das nichts ausgemacht hat. Aber man sieht, daß bei der zweiten Prüfung schon bei 50 kV der Strom sprungweise zunimmt. So geht es weiter bis zur sechsten Prüfung.

Der Schwinggleichrichter und der Koordinatenschreiber haben uns wertvolle Dienste geleistet und werden sie uns noch leisten, wenn es darauf ankommt, auf verhältnismäßig einfache Weise kleinste Verluste zu messen. Aber sie haben doch einen gewissen Nachteil gegenüber der Schering-brücke und dem Vibrations - Galvanometer. Wir erhalten andere Meßergebnisse, wenn wir oberhalb des Ionisierungsknicks arbeiten. Bis zum Knick ist der Differenzstrom annähernd sinusförmig; oberhalb des Knicks kommen die Oberwellen. Das ist so ausgeprägt, daß sogar die Oberwellen allein als Charakteristikum der tg δ-Kurve genommen werden können. Da das Vibrations-Galvanometer die Oberwellen nicht mißt, wir aber bei dieser Gleichrichterschaltung den arithmetischen Mittelwert, also auch die Oberwellen messen, so werden wir oberhalb des Ionisierungsknicks höhere Werte haben als bei der Messung mit dem Vibrations - Galvanometer. Man hat verlangt, daß die beiden Messungen übereinstimmen. Das ist aber nicht möglich. Es ist aber abwegig, das Meßverfahren zu verwerfen, weil es nicht nur die Grundwelle, sondern auch die Oberwellen erfasse. Man könnte diesen Schönheitsfehler ausmerzen, indem man die dritte, fünfte und siebente Oberwelle aussiebt.

Inzwischen ist ein anderes Gerät entwickelt worden, das diesen Fehler nicht hat. Die bei dem oben beschriebenen Gerät verwandte Lichtaufzeichnung auf photographischem Papier hat den Nachteil, daß man die Kurve nicht entstehen sieht, wie man das im Prüffeld gern haben möchte. Wenn man z. B. einen Transformator nicht genügend ausgetrocknet hat, wird der Verluststrom schneller zunehmen als gewöhnlich, und man kann

Abb. 7. Sehr schlecht imprägnierter Spannungswandler; drei aufeinanderfolgende Prüfungen.

Abb. 8. Derselbe Wandler, 4. und 5. Prüfung.

Abb. 9. Spannungswandler derselben Type, sechs aufeinanderfolgende Prüfungen.

schon während des Hochfahrens aus dem Diagramm ersehen, ob ein gefahrdrohender Zustand erreicht ist, und kann abschalten, bevor ein größerer Schaden angerichtet ist.

Ich hatte mich schon seit etwa zwei Jahren bemüht, einen Tinten-Koordinatenschreiber zu schaffen. Das ist nun auch vor einigen Monaten durch die Arbeiten meines Mitarbeiters Geyger in sehr schöner Weise gelungen. Dieses neue Schreibinstrument ist im Grundgedanken auch auf der Schaltung der Scheringbrücke oder ihrer Abwandlungen aufgebaut, nur ist an Stelle des Vibrations-Galvanometers ein Röhrenverstärker geschaltet (Abb. 10). Dieser Verstärker arbeitet auf zwei Registriersysteme, die in Quadratur geschaltet sind. Es sind Zählersysteme, deren eines Spulensystem fremderregt ist; das eine liegt in der Phase mit der Brückenspannung, das zweite senkrecht dazu. Hinter den Verstärker sind die beiden Stromsysteme geschaltet, so daß der eine Zählermotor entsprechend der Wirkkomponente und der andere entsprechend der Blindkomponente, der Kapazität, losläuft.

Abb. 10. Kondensatorprüfeinrichtung mit einer Hochspannungs-Brückenschaltung, die durch zwei als phasenabhängige Nullmotoren wirkende Induktionszähler-Meßwerke selbsttätig abgeglichen wird.

Dieser „Nullmotor“ bewegt Schleifkontakte, durch die eine Kompensationsspannung so abgegriffen wird, daß sie der tatsächlich bestehenden Spannung so lange entgegenwirkt, bis das Motorsystem in Ruhe ist. Auf diese Weise kann man ein kräftiges Schreibgerät bauen. Tatsächlich sind es zwei Geräte, denn wir müssen bei jeder Messung zwei Komponenten, Kapazität und Verluste, abgleichen. Das Drehmoment, das wir bei einer Eingangsspannung von nur 10 mV bekommen, ist außerordentlich groß. Bei voller Aussteuerung bekommen wir auf dieses Schreibsystem 1000 gcm. Die Einstellzeit beträgt 1 s. Dieses Gerät zeichnet nicht den Wirkstrom auf, sondern durch einen Abgriff unmittelbar den Wert $\operatorname{tg}\delta$, so daß keine Umrechnung mehr notwendig ist. Es hat eine gewisse Reizschwelle: bei 3 bis 5 % der vollen Nennspannung. Unterhalb ist die Einstellung unsicher; praktisch hat dieses Gebiet keine Bedeutung. Die Empfindlichkeit ist sehr hoch; normalerweise wählen wir 3 oder 6 % über die ganze Skala. Wir können auch 1 % nehmen, wenn die Meßgröße es erforderlich macht, ja sogar 0,2 % oder 6′, so daß noch Phasenänderungen von 0,01′ erkennbar sind. Die Genauigkeit hängt allein von der Genauigkeit des Phasennormals ab. Man kann nicht verlangen, daß mit unzuverlässigen Phasennormalen durch die Hinzufügung des „C-$\operatorname{tg}\delta$“-Schreibers eine genaue Messung herauskommt.

Abb. 11. Verlustfaktor und Kapazitätsänderung bei einem Querlochwandler mit schadhafter Metallisierung.

Abb. 12. Stromwandler mit Porzellan-Kompound-Isolierung für 22 kV Nennspannung.

Abb. 13. Verlustfaktor und Kapazitätsänderung in Abhängigkeit von der Zeit bei einem Papierkondensator.

Abb. 11 zeigt den Verlustfaktor und die Kapazitätsänderung bei einem Querlochwandler mit schadhafter

Metallisierung. Diese Stromwandlerart hat sonst fast vollkommen waagerechten Verlauf von Kapazität und Verlustwinkel. Aus der Kurve kann man ohne weiteres erkennen, daß die Metallisierung nicht in Ordnung ist.

Abb. 12 zeigt die Aufnahme von einem Stromwandler für 20 kV Nennspannung und 45 kV Prüfspannung. Bei dem Wandler ist das Dielektrikum aus Porzellan und Kompound geschichtet. Der Wandler ist schon bei seiner Nennspannung von 22 kV nicht mehr ganz einwandfrei; die

Abb. 14 zeigt die Aufzeichnung für die Durchschlagsprobe an einem Kabel mit etwa siebenfacher Nennspannung und 1,5fachem Nennstrom.

Neben dieser Leistungsmessung bei Niederfrequenz (50 Hz) hat auch die Leistungsmessung bei Hochfrequenz zur Materialprüfung großes Interesse. Allerdings sprechen wir hier nicht von Messungen der Wirkleistung, sondern von der Messung dielektrischer Verluste. Diese Verluste werden besonders einfach nach

Abb. 14. Normales Massekabel 10/√3 kV, für 200 A Nennstrom, mit 50 kV und 300 A belastet. Prüfung über rd. 15 h bis zum Durchschlag

Kurve knickt ab, und es setzen Sprühentladungen ein, die sich als Zacken in der Kurve bemerkbar machen. Auch der weitere Verlauf während der Prüfung ist nicht ganz konstant.

Wir verfahren bei diesen Prüfungen so, daß wir die Spannung proportional der Zeit mit einem Regeltransformator hochfahren. Wenn wir den Papierablauf proportional der Zeit wählen, erhalten wir wiederum relativ den Ablauf proportional der Spannung — das, was wir beim „echten Koordinatenschreiber" haben wollen. Bei einer kleineren Prüfanlage kann man das durch Verwendung geeigneter Regeltransformatoren ohne weiteres machen. Bei größeren Anlagen wird es etwas schwieriger sein. Aber wir werden auch diese Aufgabe noch lösen können.

Abb. 13 zeigt eine interessante Kurve, die wir an einem Papierkondensator aufgenommen haben für eine Betriebsspannung von nicht mehr als 100 V. Die Prüfspannung beträgt 650 V Gleichspannung. Wir haben den Kondensator, um ihn durchzuschlagen, mit 850 V Wechselspannung belastet und erreichen den Durchschlag im allgemeinen innerhalb 1½ h. Ich werde einen Versuch vorführen und den Durchschlag in 5 min erzeugen, indem ich den Kondensator von außen heize. Sie sehen in Abb. 13 den charakteristischen Verlauf der Kurve. Man gibt eine so hohe Spannung auf den Kondensator, daß er sich erhitzt; das Öl wird flüssig, und der Verlustfaktor wird kleiner. Die tg δ-Kurve geht abwärts. Die Kapazität steigt zunächst schnell, weil auch die Dielektrizitätskonstante des Öles zunimmt, dann aber etwas langsamer. Es ist der Schmelzvorgang der Füllmasse. Schließlich steigt sie bis zum Höchstwert an, und es tritt Flüssigkeit aus. Jetzt sinkt die Kapazität wieder, und es erfolgt der Durchschlag. Der Verlustfaktor nimmt sehr rasch zu und erreicht in diesem Falle den Wert von 6 %. Das ist ein kennzeichnender Fall für einen Kondensator mit getränktem Papier als Dielektrikum. Ähnliche Kurven erhält man auch bei Massekabeln. Gewöhnlich hat man nur für den Verlauf des Wertes tg δ Interesse. Hier ist zu sehen, daß das Verhalten der Kapazität viel aufschlußreicher als der Verlustfaktor ist. Ingenieure der Kabelwerke haben mir bestätigt, daß man aus der Kapazitätsänderung sehr viel ersehen kann.

einem Substitutionsverfahren gemessen, indem man zunächst die Kapazität des Prüflings als Luftkapazität und dann die Verluste mit Widerständen abbildet, die man vor den Luftkondensator schaltet. Auch die Empfindlichkeit dieser Hochfreuqenz-Leistungsmessung ist sehr hoch. Wir können die Messung ausführen mit einer Spannung von 0,1 V und 10 pF bei einer Frequenz von 1 MHz. Ist der Verlustfaktor 0,01 % entsprechend 10^{-4}, dann haben wir eine allerdings mit Verstärker meßbare Leistung von 10^{-10} W. Diese Messungen sind sehr wichtig für die Rundfunktechnik bei der Auswahl der Baustoffe. Es gibt heute keramische Stoffe mit sehr kleinen Verlusten. Ich kann Ihnen eine solche von Rohde und Schwarz entwickelte Meßbrücke zeigen für die Rekordfrequenz von 500 MHz, also 60 cm Wellenlänge (Abb. 15).

Abb. 15. Verlustwinkel-Meßgerät für Hochfrequenz (500 MHz).

Ein anderes interessantes Anwendungsgebiet haben wir in der Medizin. Es mag vielleicht eigenartig klingen, wenn ich Ihnen mitteile, daß wir sogar die menschliche Haut auf Verlustwinkel und Dielektrizitätskonstante gemessen haben. Es gab schon seit langem Bestrebungen, die Hautkapazität zu messen; aber man hat meßtechnisch sehr unsauber gearbeitet. Erst durch die Trennung der dielektrischen Verluste und der Kapazität ist es gelungen, medizinisch wertvolle Messungen durchzuführen. Man braucht sie zur Feststellung der Basedow-Erkrankung. Man hat festgestellt, daß dabei eine ziemlich starke Änderung der Gewebestruktur eintritt, die bei der Kapazität etwa 30 % und beim Verlustwinkel 200 % ausmacht. Der Verlustwinkel ist also bei einer mittelkranken Person etwa dreimal so groß wie bei einer gesunden. Ich kann nicht mit Sicherheit sagen, ob sich das Verfahren in der Praxis allgemein bewähren wird. Aber die ersten Versuche sind sehr erfolgversprechend. Obwohl Sie keine Mediziner sind,

wollte ich Ihnen diese Anwendungsmöglichkeit unter Vorbehalt endgültiger Prüfung nicht vorenthalten.

Frequenz- und Zeitmessung: Bei Niederfrequenz arbeiten fast alle Frequenzschreiber mit Resonanzkreisen, die wir möglichst genau temperaturunabhängig abstimmen. Wir kommen dabei auf eine Höchstgenauigkeit von 0,02 % im günstigsten Falle, also etwa $^1/_{100}$ Periode bei 50. Das bedeutet eine Zeitdifferenz von 20 s im Tag. Die Höchstgewähr, die bei normaler Temperatur und normaler Spannung gegeben wird, ist 0,05 % entsprechend 50 s im Tag.

der bei einer Kapazitätszunahme und einem Verlustfaktor von rd. 20 % eintrat. Die Stufen entsprechen der Umschaltung des Meßbereichs.

Bei Hochfrequenz kommen wir zu sehr viel höheren Frequenzgenauigkeiten. Die höchste Genauigkeit liefert die Kristalluhr, bei der wir Schwingungen eines Quarzkristalls[2]) haben. Man kommt im äußersten Falle bei absoluter Temperaturkonstanz (auf $^1/_{100}$ °) auf eine Genauigkeit von 10^{-8}, also ein Millionstel Prozent. Mit diesen Kristalluhren erreicht man dann Gangdifferenzen von nicht mehr als $^1/_{1000}$ s je Tag. Das sind $^3/_{10}$ s im Jahr. Mit einer solchen Kristalluhr hat man schon geglaubt, festzustellen, daß auch unsere liebe alte Erde sich manchmal unregelmäßig dreht. Die Kristalluhr zeigte jedenfalls Gangdifferenzen, die man sich aus Unregelmäßigkeiten der Erdumdrehung erklären will.

Abb. 16. Arbeitsweise der Zeitwaage. Die oberste Reihe zeigt den Verlauf der Stromimpulse für zwei verschiedene Phasenlagen der X-Uhr gegen die Normaluhr. Das Anzeigeinstrument zeigt den Mittelwert der Stromimpulse.

Wo liegt die Grenze der Zeitmessung? Lange Zeiten zu messen, ist kein Kunststück. Anders sind die Verhältnisse bei kurzen Zeiten. Hier hat man auch schon Schaltungen erdacht, um beispielsweise Geschoßgeschwindigkeiten auf sehr kurzer Laufstrecke zu erfassen. Steenbeck hat vor zwei Jahren eine sehr nette Schaltung angegeben, die er „Zeittransformator" genannt hat. Mit diesem Instrument ist es möglich, noch Zeitdifferenzen von 0,03 ms zu erfassen.

Für die Uhrentechnik ist ein Gerät bestimmt, das vollkommen elektrisch arbeitet, die sog. Zeitwaage. Die Bezeichnung ist nicht ganz genau; man kann die Zeit nicht wiegen, sie hat sich aber gut eingeführt. Es war uns von den Uhrenherstellern schon immer die Aufgabe gestellt worden, Uhren schnell einzuregeln. Man wollte nicht Tage und Wochen brauchen, um zu wissen, welche Gangdifferenz eine Uhr hat. Wir haben uns jahrelang bemüht, diese Aufgabe zu lösen. Jetzt ist es gelungen durch den von Dr. Tamm angegebenen Weg. Die Zeitwaage beruht darauf, daß die Schwingungen der unbekannten Uhr, der X-Uhr, mit denen einer Normaluhr gleicher Schlagzahl verglichen werden. Das geschieht in der Weise, daß man das Ticken der Uhr, entweder die Erschütterungen oder die Geräusche in Spannungsschwankungen umsetzt. Dann schaltet man z. B. mit der Normaluhr über ein Stromtor einen Strom ein. Denselben Strom schaltet man mit der X-Uhr wieder aus. Auf diese Weise bekommt man rechteckige Stromstöße, vergl. Abb. 16: Die zweite Zeile entspricht der Normaluhr und die dritte Zeile der X-Uhr. Man erhält das erste Rechteck, das voll schraffiert ist. Wenn man einen Strommesser einschaltet, hat man einen gewissen arithmetischen Mittelwert, der proportional der Phasendifferenz zwischen Normal- und X-Uhr ist. Ändert sich der Gang der X-Uhr, läuft sie also z. B. langsamer, dann wird die Phasendifferenz größer, das Rechteck wird länger, und das Amperemeter wird einen größeren Strom anzeigen. Der Strom nimmt also zu. Schalte ich ein Schreibgerät ein, so kann ich aus dem Gradienten des Anstiegs auf den Gang der Uhr je Tag oder Zeiteinheit schließen. Gehen die Uhren gleich, dann wird die einmal vorhandene Phasendifferenz konstant bleiben. Gehen sie ungleich, so wird die Phasendifferenz schnell wachsen. Das geht so lange, bis das Rechteck voll ist. Dann springt der Zeiger plötzlich wieder auf Null zurück. Durch gewisse Feinheiten des Uhrenschlags geht er allerdings zuweilen in Stufen auf Null zurück.

Abb. 17. Zeitwaage, Grundschaltung.

Abb. 17 zeigt die Grundschaltung. Wir sehen die X-Uhr und die Normaluhr; auf beiden Seiten einen Verstärker, zwei Stromtore, Vorsatzwiderstände, Transformator, Strommesser. Wir verwenden in Wirklichkeit nicht zwei, sondern nur einen Verstärker und Normaluhren mit Kontakteinrichtung.

[2]) Hierzu vgl. auch S. 103 dieses Heftes. — ETZ.

Abb. 18 zeigt das Diagramm. Es fängt links an. Die Uhr geht zunächst zu schnell. Sie sehen, daß die Neigung immer geringer wird, bis die Kurve schließlich ein Stück weit waagerecht verläuft. Dann wird die Neigung entgegengesetzt, die Uhr geht in steigendem Maße langsamer. Dieser Kurve sind Schwingungen von einer Minute Dauer überlagert. Daraus kann man die letzten Feinheiten des Zahn-Eingriffs ersehen. Aus der Periode der Schwankung — ob es z. B. 15 s oder 6 min sind usw. — kann der Uhrmacher genau ersehen, wo es am Eingriff fehlt. Die Zeitwaage hat uns Aufschluß gegeben über Feinheiten der Uhr, wie sie bisher nicht zu sehen waren. Ich habe hier eine solche Zeitwaage aufgestellt. Man kann die Uhr in jeder Lage prüfen. Sie hat je nach der Lage einen verschiedenen Gang. (Vorführung.)

Abb. 18. Zeitwaage. Diagramm einer Armbanduhr für die letzten zwei Stunden vor dem Stillstand.

Abb. 19. Konstruktion der Hysteresisschleife.

Auf dem Gebiet der Oszillographen sind auch einige Spitzenleistungen zu verzeichnen. Bei Verwendung von trägheitsbehafteten Schleifen-Oszillographen für die Aufzeichnung von Netz- und Störungsvorgängen wird verlangt, daß der ganze Apparat zur Aufzeichnung der Störungen in einem Netz möglichst schnell anspricht. Man ist mit der Zeit zum Zünden der Lampe bis zur vollen Helligkeit und dem Anlauf des Papiers bis auf 1/50 s heruntergekommen. Man strebt an, die Zeit noch mehr zu verkürzen. Auf dem Gebiete der Kathodenstrahl-Oszillographen ist vor allem an den Technischen Hochschulen sehr viel Entwicklungsarbeit geleistet worden. Die Technische Hochschule Charlottenburg hat einen Vierfach - Kathodenstrahl - Oszillographen entwickelt, bei dem vier Vorgänge gleichzeitig auf den Leuchtschirm aufgezeichnet werden. Die Technische Hochschule Dresden kann durch Einbau eines kapazitiven Spannungsteilers in das Hochvakuum ihre Oszillographen für die unmittelbar anzulegende Spannung von 200 kV bauen. Wichtig ist das bei der Aufnahme unstetiger Vorgänge bei Wanderwellen; denn das Verfahren der Spannungsteilung, das bei Gleichspannung ausgezeichnet arbeitet, versagt bei Stoßspannungen. Die Schreibgeschwindigkeit der Kathodenstrahl-Oszillographen auf der photographischen Schicht ist außerordentlich hoch. Rogowski hat berichtet, daß er eine Schreibgeschwindigkeit von 63 000 km/s, also 1/5 Lichtgeschwindigkeit, erreicht hat. Der Strahl liefe also in 2/3 s einmal um den Erdball. Ein solches Diagramm vermittelt also wirklich einen Einblick in die Milliardstel-Sekunden. Aus anderen Quellen ist zu berichten, daß man mit dem gewöhnlichen Kathodenstrahl-Oszillographen, also mit sog. kalter Kathode, Schreibgeschwindigkeiten von 5000 bis 10 000 km/s ohne weiteres erreicht. Auch diese Geräte spielen in der ärztlichen Kunst eine Rolle zur Aufnahme der Herzspannung im Elektrokardiogramm. Wir haben auch hier im letzten Jahrzehnt große Verbesserungen erreicht. Während man früher zufrieden war, wenn man eine einigermaßen ähnliche Kurve erhielt, verlangt man heute, die sogenannte Aufsplitterung der R-Zacke zu sehen. Das ist ein Vorgang, der sich in 1/500 s abspielt. Auch darauf bauen die Ärzte bei ihren Diagnosen auf.

Abb. 20. Ferrometer.

Das Gebiet der magnetischen Messung hat uns auch Interessantes beschert. Als besonders bemerkenswert führe ich das Ferrometer vor, das mein Mitarbeiter Thal gelegentlich seiner Doktorarbeit entwickelt hat. Das Prinzip des Ferrometers ist die Anwendung des Schwinggleichrichters zur Strom- und Spannungsmessung an der dem Prüfling übergeschobenen Primär- bzw. Sekundärwicklung. Es ist schon seit langem bekannt gewesen, daß man aus der Strom- und Spannungskurve des Magnetisierungsstroms die Hysteresisschleifen konstruieren kann. Wenn man einen Schreiber verwendet, der die Spannungs- und Stromkurve punktweise abtastet und den Phasenschieber kontinuierlich durchdreht, kann man selbsttätig die Hysteresisschleifen aufzeichnen.

Abb. 19 zeigt die übliche Konstruktion der Hysteresisschleife. Ich zeige Ihnen als Versuch mit dem Koordinatenschreiber die Aufnahme einer Hysteresisschleife an gewöhnlichem hochsiliziertem Eisen. An sich ist das Ferrometer (Abb. 20) durch seine hohe Empfindlichkeit im-

stande, auch sehr kleine Proben bis zu einigen Zehntel Gramm Gewicht zu messen. (Vorführung.)

Ich bin der Meinung, daß man durch die Aufzeichnung der Hysteresisschleife besonders wertvolle Schlüsse für die Betriebsführung und den Vergleich von Eisenproben bekommen kann, denn eine solche Flächendarstellung ist viel wertvoller als die punktweise Aufnahme in Tafeln. Abb. 21 zeigt eine Anzahl solcher Schleifen, und zwar

Abb. 21a. Hochlegiertes Dynamoblech, 0,35 mm, Stanz-Ringkern, V_{10} = 1,2 bis 1,35 W/kg, Normalqualität, μ_{max} = 7000.

Abb. 21b. Dasselbe Blech, jedoch aus der Tafel in 30 mm-Streifen geschnitten, die stumpf aneinander geschweißt und zu einem Band-Ringkern 190/120 mm Dmr. aufgewickelt wurden. Aufnahme ohne jede weitere Behandlung. Magnetisch vollkommen verdorben. μ_{max} = 3000.

Abb. 21c. Derselbe Kern, jedoch thermisch vergütet durch eine Glühung in getrocknetem Wasserstoff. Die magnetischen Eigenschaften übertreffen nach der Glühung selbst diejenigen des mechanisch nicht beanspruchten Ausgangsstoffes. μ_{max} = 12 000.

wurde aus hochlegiertem Blech ein Kern gewickelt. Der Werkstoff hatte zunächst gute Eigenschaften. Infolge der Verformung beim Wickeln traten aber nun schlechte Eigenschaften auf (s. Kurve 21 b). Die Permeabilität ging stark zurück. Nach sorgfältigstem Ausglühen des Werkstoffes wurde das dritte Bild erhalten, das noch viel bessere Eigenschaften zeigt als das erste.

In Abb. 22 ist eine Wechselstromschleife für bestes hochsiliziertes Eisen (3,5 % Silizium) wiedergegeben, das im Elektroofen hergestellt und einer besonderen thermischen Behandlung unterworfen worden ist. Man kann aus der Form der Schleife darauf schließen, ob der Anteil der Wirbelstromverluste groß oder klein ist.

Abb. 22. Siliziertes Bandeisen, 0,5 mm, Band-Ringkern, richtig gewickelt, gute Lieferung. Das Blech ist einer besonders wirksamen Vergütung unterzogen worden. Magnetisch werden beinahe die Werte einer 50prozentigen Eisen-Nickel-Legierung erreicht. Der Werkstoff ist als Rekordleistung in der Gruppe der Dynamobleche zu bezeichnen.

Abb. 23 zeigt uns eine interessante Kurve. Ein Nickel-Eisen-Kern ist zu fest gewickelt. Man glaubt förmlich den mechanischen Druck auf den Bandkern zu sehen.

Abb. 23. Nickel-Eisenkern mit 50 % Nickel, 0,5 mm, Band-Ringkern. Die Schleife zeigt eine für zu feste Wicklung des Bandkernes kennzeichnende Verformung.

In Abb. 24 ist eine ganz merkwürdige Hysteresisschleife zu sehen, wie man sie auch nur selten sieht. Sie stammt von einem Mischkern aus hochpermeablem Nickel-Eisen-Metall mit gewöhnlichem Dynamoblech, etwa halb und halb. Wenn man den Kern magnetisiert, nimmt das Nickel-Eisen-Metall mit der hohen Permeabilität zunächst den ganzen Fluß auf und wird bald gesättigt, weil das Nickel-Eisen nur einen Sättigungswert von 4000 hat. Nach der Sättigung geht der Fluß viel stärker in das Siliziumeisen über. Man sieht geradezu, wie der Fluß in die Kurve der üblichen Form ausweicht.

Ich möchte dann kurz das Gebiet der akustischen Messung streifen. Auch hier hat die Meßtechnik besondere Leistungen zu verzeichnen. Für die akustischen und vor allem die Verkehrsgeräusch-Messungen, für die sich jetzt das Publikum und die Polizei besonders interessieren, braucht man Meßgeräte. Ich kann nicht auf die ganze Physik der Geräuschmessung eingehen. Bei dieser

Geräuschmessung sind zwei Aufgaben gegeben: eine physikalische, die Messung des Schalldrucks, und eine physiologische, die Auswertung der Ergebnisse entsprechend den besonderen Eigenschaften des menschlichen Ohres. Das menschliche Ohr hat im allgemeinen eine bestimmte Empfindlichkeitskurve und Einstellzeit. Wir hören nur innerhalb einer bestimmten Frequenzspanne. Diese Empfindlichkeitskurve muß im Geräuschmesser einigermaßen nachgeahmt werden.

Abb. 24. Mischkern aus hochlegiertem Dynamoblech und einer Eisen-Nickel-Legierung mit 80 % Nickel, gemischt im Verhältnis 1 : 1. Bei kleiner Magnetisierung ist nur der Eisen-Nickel-Kern wirksam; erst bei höherer Feldstärke beteiligt sich das Dynamoblech an der Flußbildung.

Auch hier sind Spitzenleistungen der elektrischen Meßtechnik zu verzeichnen. Die Schallstärke, die das menschliche Ohr gerade nicht mehr empfindet, wird mit null Phon bezeichnet. 60 Phon, etwa die Stärke der Umgangssprache, entsprechen einem Schalldruck von $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ Mikrobar, der Einheit des Schalldrucks. Der Schalldruck für die Grenze der Reizschwelle des menschlichen Ohres ist 0,001 mg/cm². Das ist nicht viel. Für diesen Schalldruck kann man Mikrophone herstellen. Es ist sogar gelungen, mit Mikrophonen, die noch nicht im allgemeinen Handel sind, diesen Schalldruck noch zu unterbieten, also Geräusche zu messen, die das menschliche Ohr nicht mehr empfindet.

Abb. 25. Geräusch-Pegelschreiber nach Neumann.

Für solche Schallmessungen hat Georg Neumann, der schon durch sein Kondensatormikrophon bekannt ist, einen Geräuschschreiber hergestellt, der unmittelbar die Schallstärke in Phon bei schnellster Einstellzeit aufzeichnet. Abb. 25 zeigt das Prinzip des Pegelschreibers von Neumann. Links oben wird die Meßspannung angeschlossen. Sie geht auf einen logarithmisch abgestuften Widerstand. Der Widerstand wird durch die Gabel auf dem Motor verstellt. Gemessen wird nun folgendermaßen: Wenn die Einstellung der Schreibfeder nicht richtig ist, erhält die Links- oder Rechtswicklung der Kupplung vom Verstärker aus Strom. Der Motor bewegt die Gabel, so daß die Schreibfeder mit großer Geschwindigkeit nach rechts oder links läuft, wenn die Einstellung des Potentiometers nicht der Geräuschstärke entspricht. Die Einstellzeit beträgt 1/7 s für die volle Papierbreite. Die Phonteilung ist linear, sie umfaßt 40 Phon oder mehr. Man kann den Meßbereich in beliebigen Grenzen einstellen: 30 bis 80 oder 50 bis 100 Phon usw. Die Aufzeichnung erfolgt nicht photographisch, auch nicht mit Tinte oder Feder, sondern die Kräfte, die der Verstellmotor gibt, sind so groß, daß das Diagramm auf Wachspapier geschrieben werden kann.

In Abb. 26 ist das Geräusch in einer mittleren Verkehrsstraße dargestellt. Es ist interessant, wenn man sieht, wie blitzschnell der Geräuschschreiber den Verkehrsgeräuschen folgen kann, wie es die Einstellzeit des menschlichen Ohres von 0,2 s verlangt. Dieser Geräuschschreiber

Abb. 26. Geräuschaufnahmen in einer mittleren Verkehrsstraße.

ist wohl zur Zeit das beste auf dem Potentiometerprinzip beruhende Gerät mit einer so geringen Einstelldauer.

Noch einiges über die Messung sonstiger nichtelektrischer Größen, ein Gebiet, das auch allmählich von der elektrischen Meßtechnik erobert wird. Wir haben Längen-, Dehnungs- und Dickenmessung auf elektrischem Wege. Dabei handelt es sich nicht um Absolutlängen, sondern um Längenänderungen. Wenn wir rechnen, daß der Elastizitätsmodul von Stahl $2 \cdot 10^6$ kg/cm² einer Dehnung von 100 % entspricht, dann sind es bei 2000 kg 0,1 %. Ein Stab von 10 cm ändert dabei seine Länge um 0,1 mm. In dieser Größenordnung bewegen sich die üblichen Dehnungsmessungen. Erstrebt wird eine Dehnungsmessung an Strecken von 10 bis 20 mm Länge.

Nun gibt es viele Verfahren zur Messung von kleinen Änderungen der Länge. Man bevorzugt kontaktlose Verfahren, wie kapazitive, induktive, akustische und das Bolometer-Meßverfahren. Die kapazitiven Messungen sind besonders empfindlich. Man kann beispielsweise nach einem Interferenzverfahren, bei dem zwei Schwingungen sehr hoher Frequenz gemischt werden, eine sehr hohe Empfindlichkeit erreichen. Im Laboratorium von Rohde und Schwarz (München) sah ich, wie das Wachstum einer Pflanze auf einem Schreibstreifen aufgezeichnet wurde. Es ist dabei möglich, die ganze Breite des Schreibstreifen von 120 mm für eine Längenänderung von 3,6 µm auszunutzen. Das Wachstum der Pflanze, einer ganz gewöhnlichen Zimmerschlingpflanze, betrug 0,4 µm/min. Das entspricht einer Abweichung des Zeigers von 13 mm.

Eine weitere Einrichtung ist die „Gummiwaage". In der Gummiindustrie ist die Aufgabe gestellt, die Gummierung von Cordbahnen mit einer bestimmten Menge von Gummi auszuführen. Das Produkt soll ein gewisses Gewicht je Flächeneinheit haben. Die Dicke ist 1 mm. Das Material ist aber klebrig. Deshalb kommt das Durchgehen durch die Walzenkontakte eines Meßkondensators nicht in Frage. Man muß vielmehr wegen der Schwingung der Stoffbahn Luftkondensatoren mit 100 mm Abstand verwenden, zwischen denen das 1 mm dicke Gummiband hindurchgeht. Es ist möglich geworden, einer Dickenänderung des Gummibandes von 0,01 mm eine Abweichung von 30 mm auf dem Schreibstreifen zuzuordnen.

Die induktiven Verfahren sind ebenso zweckmäßig, vor allem, wenn man nicht sehr schnelle Änderungen des Druckes oder der Länge verfolgen will.

Zu erwähnen ist noch die akustische Messung nach Maihak-Schäfer, wonach die Änderung der Tonhöhe einer Saite zur Wegmessung benutzt wird.

Schließlich wäre zu erwähnen der Bolometer-Mikrotaster nach Sell, eine Brückenschaltung mit zwei geheizten Bolometer-Spiralen, die durch eine Fahne abgedeckt werden. Die beiden Hitzdrähte werden durch einen Luftstrom gekühlt, der durch zwei enge Schlitze hindurchgeht. Wenn man mit dem Bolometer einen Weg messen will, so wird die Fahne durch eine Zeigerbewegung abgelenkt.

Abb. 27. Torsions-Federwaage für sehr geringe Gewichtsbelastung (Endausschlag 0,1 mg).

Bei der Kraft-Druck-Zug-Messung sind mechanische Feinwaagen für sehr geringe Gewichtsbelastung bekannt geworden, mit etwa 5 mg Endausschlag, neuerdings durch Loebe sogar bis 0,1 mg. Wir sehen in Abb. 27 das Schema einer Torsions-Federwaage, bei der das zu wägende Stück an einen Arm angehängt wird. Der Meßbereich von 0,1 mg ist außerordentlich klein, beispielsweise wiegt ein Flügel einer mittelgroßen Stubenfliege nur 0,04 mg.

Bei größeren Kräften geht man auf die elektrischen Messungen über, wobei besonders die weglose Kraftmessung angestrebt wird. Wir können beispielsweise nicht die Kraft dadurch messen, daß wir eine Durchbiegung des zu untersuchenden Stückes von 20 mm zulassen. Wenn auch die Kraftmessungen, die als weglos bezeichnet werden, nicht vollkommen weglos sind, so setzt doch z. B.

Abb. 28. Röntgen-Feinstrukturaufnahmen von Eisenblech während der Verarbeitung (von unten nach oben: vor Beginn der Verarbeitung, nach dem 4. und nach dem 30. Arbeitsgang). [C. H. F. Müller.]

die magnetoelastische Druckmessung nur den außerordentlich kleinen Weg von etwa 0,01 mm voraus. Bei einem Indikator einer englischen Firma zum Indizieren von Verbrennungsmotoren beträgt die Durchbiegung nur 0,01 mm. Es handelt sich um einen Telephonempfänger mit einer Membrane von 0,75 mm Dicke; der Magnet hat zwei Wicklungen, die Eigenfrequenz der Membrane ist groß, etwa 42 500 Hz. Das induktive Verfahren ist an sich ein Wegverfahren, in diesem besonderen Fall ist es praktisch weglos geworden. Man kann mit dem neuzeitlichen Induktionsverfahren z. B. auch die Ausbauchung messen, die ein Metallblock von 30 cm Dmr. unter der Last von Hunderten von Tonnen erfährt. Solche Messungen der Aufstauchung eines Zylinders werden in Walzenstraßen durchgeführt, damit man die Kaliber richtig einstellen kann. Man will dabei wissen, wie groß der Lagerdruck ist, damit die Walzenstraße nicht überlastet wird. In der Schiffbautechnik ist es möglich geworden, mit der magnetoelastischen Messung zum ersten Male eine Fernmessung des Schraubenschubs durchzuführen; eine solche Einrichtung befindet sich auf dem Ostasienfahrer „Potsdam".

Schließlich wäre die Messung von inneren Spannungen nach dem röntgenoptischen Verfahren zu erwähnen. Wenn man einen Röntgenstrahl durch eine enge Blende auf den Werkstoff fallen läßt und auf einer photographischen Platte die reflektierte Strahlung beobachtet, so findet man zufolge der Kristallstruktur des aufzunehmenden Gegenstandes Interferenzringe mit charakteristischen Gruppierungen und Durchmessern. Wenn der Stoff, auf den man den Röntgenstrahl fallen läßt, eine elastische oder plastische Beanspruchung erfährt, dann treten innere Spannungen auf, und die Ringe erfahren eine Änderung des Durchmessers und der Feinheit ihrer Ausprägung. Treten unregelmäßige innere Spannungen zwischen den einzelnen Kristalliten auf, z. B. infolge von Kaltverformung, so wird die Schärfe der Ringe verwischt, wie Abb. 28 erkennen läßt. Das untere Bild zeigt ein Tiefziehblech im Anfangszustand. Es zeigt scharf ausgeprägte Ringe. Der Werkstoff wurde dann in vier Arbeitsgängen verarbeitet und dabei stark verformt. Diesen Zustand zeigt das mittlere Bild. Schließlich sehen wir oben das Ergebnis der Verarbeitung in 30 Arbeitsgängen.

In Abb. 29 ist eine Untersuchung auf innere Spannungen an Kupfer wiedergegeben, das zu einem bestimmten Gegenstand verarbeitet wurde. Links oben ist das dem Anfangsmaterial entsprechende Bild dargestellt. Es zeigt zwei scharf ausgeprägte Interferenzringe mit verhältnismäßig großem Durchmesser (rd. 32 mm). Nach dem ersten Arbeitsgang (Abb. 29 rechts) ist der Durchmesser infolge

Abb. 29. Röntgen-Feinstrukturaufnahmen von Kupfer während der Verarbeitung. [C. H. F. Müller.]

starker innerer Spannungen auf 23 mm zusammengeschrumpft. Durch Unterteilung der Verformung in mehrere Arbeitsgänge wurde eine Verringerung der Spannungen erzielt (Ringdurchmesser 27 mm). Schließlich konnte durch geeignete Führung der Verarbeitung erreicht werden, daß im Endzustand derselbe Ringdurchmesser wie beim Ausgangsstoff erscheint, allerdings mit einer Verwaschung der Ringe durch mikrokristalline Restspannungen. (Nach Angaben und Unterlagen der Firma C. H. F. Müller in Hamburg.)

In einem kurzen Streifzug wurde einiges Interessante aus der Meßtechnik gezeigt. Die deutsche Meßtechnik ist sehr leistungsfähig und wird in weitgehendem Maße zur wirtschaftlichen Betriebsführung angewendet, zur Verbesserung der Erzeugnisse und zur Ersparnis an Rohstoffen. Wir sind noch lange nicht am Ende unserer Leistungsfähigkeit, und es werden auch die Meßgeräte im Siegeszug unserer deutschen Technik nicht zurückbleiben.

(Schrifttum siehe nächste Seite.)

Schrifttum.

Magnetische Werkstoffe.

T. D. Yensen, Dynamo- und Transformatorenblech, Fortschritte in den letzten Jahrzehnten, Bericht 14a für den Internationalen Elektrizitätskongreß Paris 1932; Auszug in ATM 1932-T 172*), Z 911-2.

Druckschrift der Tokyo-Stahl-Material AG. (Tokyo Kozai K-K): Nickel-Aluminium-Magnetstahl; Auszug in ATM 1934-T 56, Z 912-2.

Gg. Keinath, Hochmagnetische Legierungen aus Nickel-Eisen; ATM 1931-T 63, Z 913-1; 1932-T 173; Z 913-3.

Heräus-Vacuumschmelze AG., Hanau, Hochmagnetische Legierungen aus Nickel-Eisen für Meßgeräte und Meßwandler; ATM 1931-F 7, Z 913-2.

Friedrich Krupp AG., Gußstahlfabrik Essen, Magnetisch weiche Legierungen; ATM 1933-F 22, Z 913-4.

W. S. Messkin und A. Kußmann, Die ferromagnetischen Legierungen und ihre gewerbliche Verwendung: Berlin: J. Springer, 1932. Anfangspermeabilität; ATM 1934-T 168, Z 913-5.

W. S. Messkin und A. Kußmann, Die ferromagnetischen Legierungen und ihre gewerbliche Verwendung; Berlin: J. Springer 1932.

Drehspulinstrumente.

Gg. Keinath, Drehspul-Instrumente mit permanentem Magnet; ATM 1932-T 43, I 721-1.

AEG, Meßinstrumentenfabrik, Berlin, Normal-Drehspulmeßgeräte für Gleichstrommessungen; ATM 1932-F 21, I 721-2.

N. V. v. h. P. J. Kipp und Zonen, Delft (Holland), Spiegel-Galvanometer; ATM 1933-F 24, I 721-3.

Hartmann u. Braun A.-G., Frankfurt a. Main, Multavi-Vielfachmeßgeräte; ATM 1933-F 19, I 721-4.

AEG Berlin, Gleichstrom-Vielfachmesser; ATM 1933-F 26, I 721-5.

Siemens & Halske AG., Berlin, Neues Spiegelgalvanometer mit hoher Meßempfindlichkeit; ATM 1934-F 22, I 721-6.

Sperrschicht-Gleichrichter.

Grondahl und Geiger, A new Electronic Rectifier, J. Amer. Inst. electr. Engr. 46 (1927) S. 215.

C. H. Walter, Eine neue Gleichrichtermeßanordnung; Z. techn. Physik 13 (1932) S. 363.

C. H. Walter, Die Anwendung der Gleichrichterbrücke in der Meßtechnik; Z. techn. Physik 13 (1932) S. 436.

H. Carsten und C. H. Walter, Über ein Gerät zur Aufzeichnung von Kapazitätsänderungen und dessen Anwendung bei der Fertigungsüberwachung in der Gummi-Industrie; Siemens-Z. 11 (1931) S. 156.

H. Carsten und C. H. Walter, Feuchtigkeitsmessungen an lufttrockenen Papierbahnen mit dem Siccometer; Siemens-Z. 11 (1931) S. 267.

Schwing-Gleichrichter.

H. Pfannenmüller, Mechanische Gleichrichter für Meßzwecke, Grundbegriffe, Bezeichnungen und Formeln; ATM 1932-T 30, Z 540-1.

H. Pfannenmüller, Mechanische Gleichrichter, Begrenzung von störenden Einflüssen durch besondere Schaltungen; ATM 1934-T 167, Z 540-2.

H. Pfannenmüller, Die Meßkreis-Schaltungen mit einem oder mehreren einheitlich erregten Gleichrichtern; ATM 1932-T 62, Z 540-3.

H. Pfannenmüller, Mechanische Gleichrichter, Erregerschaltungen für einen oder mehrere einheitlich erregte Gleichrichter, insbesondere zur Vektorenbestimmung; ATM 1932-T 186, Z 540-4.

H. Pfannenmüller, Mechanische Gleichrichter, Fehlergrenzen für die Kontaktgabe bei Schwing-Gleichrichtern; ATM 1934-T 126, Z 540-5.

H. Pfannenmüller, Zur Wirkungsweise „schaltgesteuerter" Gleichrichter für Meßzwecke; Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 13 (1934) H. 1, S. 1.

H. Pfannenmüller, Überblick über die Meßverfahren mit Gleichrichtern; Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 356.

J. Krönert, Neuere Meßmethoden mit Schwingkontakt-Gleichrichtern; Z. techn. Physik 14 (1933) S. 474.

Koordinatenschreiber.

Siemens & Halske AG., Berlin, Siemens-Koordinatenschreiber; ATM 1934-F 15, I 036-3.

W. Geyger, Selbsttätige Abgleichung von komplexen Kompensations- und Brückenschaltungen mit phasenabhängigen Nullmotoren; Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 840.

W. Geyger, Prüfung von Meßwandlern; ATM 1935-T 121, Z 224-7.

Trägheitsbehaftete Oszillographen.

F. Eichler, Trägheitsbehaftete Oszillographen, Grundsätzliches über Wirkungsweise und Aufbau; ATM 1933-T 42, I 035-1.

F. Eichler, Trägheitsbehaftete Oszillographen, Bauarten und Zubehör; ATM 1933-T 91, I 035-2.

Siemens & Halske AG., Berlin, Oszillographen; ATM 1932-F 16, I 035-3.

W. v. Philippoff, Der piezoelektrische Oszillograph; ATM 1932-T 184, I 035-4.

Siemens & Halske AG., Berlin, Tragbarer Oszillograph; ATM 1933-F 23, I 035-5.

Trägheitslose Oszillographen.

M. Knoll, Kathodenstrahl-Oszillograph, Schrifttum bis Mitte 1931: ATM 1931-T 75, I 834-1.

M. Steenbeck, Kathodenstrahl-Oszillograph, Entwicklung bis Mitte 1931; ATM 1931-T 76, I 834-2.

M. Knoll, Kathodenstrahl-Oszillograph, Erzeugung und Sammlung des Elektronenstrahls; ATM 1932-T 91, I 834-5.

M. Knoll u. W. Kleen, Kathodenstrahl-Oszillograph, Aufnahmemethoden und -schaltungen für periodische Vorgänge; I. Rechtwinklige Koordinaten, Lissajous-Figuren; ATM 1933-T 110, I 834-13; Periodische Vorgänge, II. Polarkoordinaten, gekrümmte Zeitachse; ATM 1933-T 126, I 834-14; Periodische Vorgänge, III. Messung von Frequenz, Phasenwinkel und Leistung; ATM 1934-T 53, I 834-15; Periodische Vorgänge, IV. Messung von Permeabilität, Dielektrizitätskonstante, magnetischen und dielektrischen Verlusten; ATM 1934-T 14, I 834-16.

AEG, Elektronenstrahl-Oszillograph; ATM 1933-F 3, I 834-21.

AEG, Elektronenstrahl-Oszillograph für Wechselstromanschluß; ATM 1935-F 11, I 834-22.

*) ATM 1932-T 172 bedeutet: Arch. techn. Messen Jahr 1932, Textblatt (T) 172; ATM 1931-F 7 bedeutet vom Hersteller herausgegebenes Firmenblatt (F) in ATM.

M. v. Ardenne, Die Kathodenstrahlröhre und ihre Anwendung in der Schwachstromtechnik; Berlin: J. Springer, 1933.

E. Alberti, Braunsche Kathodenstrahlröhren und ihre Anwendung; Berlin: J. Springer, 1932.

Strommessung bei Hochfrequenz.

L. Rohde und H. Schwarz, Strommessung bei Hochfrequenz; ATM 1934-T 85, V 324-1.

H. Kruse und O. Zinke, Hochfrequenz-Strommesser; ATM 1935-T 113, V 324-2.

J. Stanek, Thermo-Umformer als Strommesser, Allgemeines und Bauweise; ATM 1934-T 139, I 712-1.

Hartmann & Braun AG., Frankfurt/Main, Thermo-Meßgeräte für Strom- und Spannungsmessung bei Hochfrequenz; ATM 1932-F 14, I 712-2.

J. Stanek, Optische Strommessung; ATM 1935-T 66, I 713-1.

H. Schwarz, Strommessung bei sehr hohen Frequenzen; Z. Hochfrequenztechn. 39 (1932) S. 160.

Spannungsprüfung durch Verlustmessung.

Gg. Keinath, Spannungsprüfung durch Verlustwinkelmessung; ATM 1933-T 118, V 339-6.

J. W. Groß und H. E. Turner, Testing Bushings and Insulation by Power Faktor Method I, Electr. Wld., N. Y., 103 (1934) S. 68; Testing Bushings ... II, Electr. Wld., N. Y., 103 (1934) S. 111; Bericht in ATM 1934-T 32, V 339-9.

C. F. Hill, T. R. Watts, G. A. Burr, Portable Schering Bridge for Field Tests; Electr. Engng. 53 (1934) S. 176; Diskussion hierzu Electr. Engng. 53 (1934) S. 478, 618; Bericht in ATM 1935-T 146, V 339-10.

Gg. Keinath, Verlustfaktor-Messung an Hochspannungsapparaten; ATM 1934-T 102, V 339-11.

Gg. Keinath, Spannungsprüfung durch Verlustwinkelmessung: Weitere Ergebnisse mit dem Koordinatenschreiber; ATM 1935-T 146, V 339-13.

Gg. Keinath, Spannungsprüfung durch Verlustwinkelmessung mit dem C-tgδ-Schreiber; ATM 1935-T 158, V 339-14.

Leistungsmessung bei Hochfrequenz.

L. Rohde, Verlustbestimmungen an Isolierstoffen zwischen 100 kHz und 10 000 kHz; ATM 1935-T 59, V 3447-2.

L. Rohde und H. Schwarz, Verlustwinkelmessung bei 10^8 Hz. Z. Hochfrequenztechn. 43 (1934) S. 156.

L. Rohde, Fortschritte auf dem Gebiet der Hochfrequenzisolierstoffe; Z. techn. Physik 11 (1933) S. 480.

L. Rohde und W. Schlegelmilch, Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz; ETZ 54 (1933) S. 581.

Hartmann & Braun A.G. Frankfurt/Main, Hochfrequenz-Wattmeter nach Stachl; ATM 1935-F 7, J 716-2.

Frequenzmessung.

H. Boekels, Zeigerfrequenzmesser; ETZ 56 (1935) S. 205.

Zeitwaage.

Gg. Keinath, Die „Zeitwaage", ein neues Instrument zur Uhrenkontrolle; ATM 1934-T 38, I 154-5.

Gg. Keinath, Die Zeitwaage; ATM 1934-T 52, I 154-6.

Gg. Keinath, Die Zeitwaage, weitere Entwicklung und Versuchsergebnisse; ATM 1934-T 149, I 154-7.

Ferrometer.

W. Thal, Geräte für Eisenmessungen, grundsätzliche Gedanken für ein Verfahren zur Bestimmung aller technisch wichtigen Größen mit Wechselstrom; ATM 1934-T 40, I 60-1.

W. Thal, Das Ferrometer, ein neues magnetisches Meßgerät für Weicheisen; ATM 1934-T 164, I 60-2.

Siemens & Halske AG., Berlin, Ferrometer, Eisenprüfgerät für Wechselstrom-Anschluß zur Messung aller technisch wichtigen Werte; ATM 1934-F 13, I 60-3.

W. Thal, Genauigkeit bei Eisenmessungen; ATM 1934-T 78, I 60-4.

W. Thal, Wechselstrom-Hystereseschleife, Aufnahme mit dem Ferrometer; ATM 1935-T 21, V 951-2.

Akustische Messungen.

v. Braunmühl und Weber, Ein vielseitiges, registrierendes Meß- und Steuergerät für elektro-akustische Zwecke; Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 223.

Bolometer.

P. M. Pflier, Bolometer-Anordnung zur Meldung und Messung von Bewegungen; ATM 1934-T 25, I 23-1.

H. Sell, Bolometer-Verstärker; ATM 1934-T 111, Z 64-1.

H. Sell, Demonstration einer Schalldüsenwirkung; Z. techn. Physik 5 (1924) S. 573.

H. Sell, Ein mechanisch gesteuertes Bolometer und seine Anwendung als hochempfindliches quantitatives Relais und quantitativer Gleichstromverstärker; Z. techn. Physik 13 (1932) S. 320.

H. Sell, Über einige Anwendungen des mechanisch gesteuerten Düsenbolometers; Z. techn. Physik 15 (1934) S. 112.

Kraft- und Zugmessung.

Gg. Keinath, Elektrische Druckmessung, Übersicht der Meßverfahren; ATM 1932-T 131, V 132-1.

Gg. Keinath, Druck-Messung, Schnittdruck-Messung an Werkzeugschneiden; ATM 1931-T 6, V 132-2. — Auszug aus:

H. Gerdien, Eine elektrische Meßdose nach dem Prinzip des Kondensator-Mikrometers; Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 8 (1929) H. 2, S. 126.

W. Manksch, Schnittdruckmessungen an der Drehbank mit einer elektrischen Meßdose; Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 8 (1929) H. 2, S. 130.

C. Salomon, Schnittdruck und Schneidtemperatur. — Erscheinungen an der Werkzeugschneide; Werkzeugmasch. 33 (1929) S. 477.

C. Salomon, Trägheitslose Zerspanungsmessungen; Loewe-Notizen 14 (1929) S. 117.

J. Kluge und H. E. Linkh, Druckmessung mit piezoelektrischen Kristallen; ATM 1932-T 133, V 132-3.

Gg. Keinath, Elektrische Druckmessung durch Änderung einer Induktivität; ATM 1932-T 145, V 132-4.

Gg. Keinath, Druck-Messung mit der Kondensator-Meßdose; ATM 1932-T 160, V 132-5.

W. Janovsky, Magnetoelastische Messung von Druck-, Zug- und Torsions-Kräften; ATM 1933-T 46, V 132-6.

W. Janovsky, Dynamische Eichung von Druck- und Zugmessern; ATM 1933-T 145, V 132-7.

W. Janovsky, Aufzeichnung schneller mechanischer Vorgänge mit magnetoelastischen Meßkörpern; ATM 1935-T 89, V 132-8.

Gg. Keinath, Druck- und Zugmessung mit dem akustischen Meßverfahren nach O. Schäfer; ATM 1935-T 1, V 132-9.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333 : 534. 838. 1 **Ein Asynchronmotor mit geschichtetem Massivanker für geräuschfreien Betrieb.** — Zur Beurteilung des Geräusches eines Asynchronmotors werden die von Willms[1]) und Lübcke[2]) bereits bekanntgegebenen Verfahren der Lautstärkemessung und der Aufnahme des Geräuschspektrums benutzt. Da bei den Asynchronmotoren das magnetische Geräusch hervortreten kann, werden die Theorien über den Ursprung des magnetischen Geräusches eingehend behandelt. Die in den Maschinen auftretenden Oberfelder haben „parasitäre" Kräfte zur Folge, die sich nicht allein in schädlicher Weise an der Drehmomentbildung beteiligen, sondern auch Vibrationen und damit Schall verursachen. Da die entstehenden Geräusche sehr starke Tonkomponenten enthalten, wirken sie sich sehr störend aus. Die tangentialen und radialen Parasitärkräfte werden nicht nur theoretisch abgeleitet, sondern auch im Boden- und Luftschall durch Versuche bestätigt. Am unangenehmsten wirken sich die als Rüttelkräfte bekannten radialen Kräfte aus. Die bisher bekannten Maßnahmen für die Schallminderung in der Praxis: Anwendung geeigneter Nutenzahlen in Ständer und Läufer, symmetrische Wicklungen, geringe Luftspaltsättigungen, größerer Luftspalt, geschlossene Läufernuten, optimale Nutenverschrägung und Doppelläufer, Schrittverkürzung der Ständerwicklung bewirken in Verbindung mit mechanischen Maßnahmen wie starres Gehäuse um den Ständerblechrücken, starke Wellen, dynamisch gut ausgewuchteter Läufer, Gleitlager usw. bei kleineren Maschinen heute einen „praktisch geräuschlosen" Gang im Leerlauf und mehr oder weniger auch im Anlauf und bei Belastung. Dabei werden die Wirtschaftlichkeit und zum Teil auch die elektrischen Größen des Motors ungünstig beeinflußt, ohne beim Zusammentreffen einer scheinbar harmlosen Oberwelle mit mechanischen Resonanzen des Ständers magnetische Geräusche mit völliger Sicherheit auszuschalten. In einer im Laboratorium für Elektromaschinenbau der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich durchgeführten Untersuchung vermeidet H. Moser diese Zufälligkeiten dadurch, daß er für den Asynchronmotor einen nutenlosen Läufer benutzt. Hier können infolge der fehlenden Nuten keine Oberfelder als Ursache magnetischen Geräusches auftreten. Der bekannte nutenlose massive Eisenläufer besitzt sehr gute Anlaufeigenschaften, aber außerordentlich schlechte Laufeigenschaften. Letztere beruhen im wesentlichen auf folgenden Tatsachen: Die Eindringtiefe des magnetischen Flusses und des Stromes ist infolge des Skineffektes der Wirbelströmung zu gering. Die hohen Verluste der Oberwellenfelder im Läufer, hervorgerufen durch die Wicklung und Nutung des Ständers, erniedrigen den Wirkungsgrad. Durch den schlechten Leistungsfaktor der Wirbelstromtransformation bleibt der Leistungsfaktor des Motors niedrig.

1 Kern aus massivem Eisen
2 u. *2'* Stirnverbindungen aus Kupfer
3 Schicht aus Kupfer oder aus Kupfereisen
4 Schicht aus Nickeleisen oder gespritztem Eisen
5 Ständer

Abb. 1. Ausführungsform eines nutenlosen radial geschichteten Läufers.

Ständer für vierpoligen Drehstrommotor, 3,5 PS, 50 Hz, 550 V.
B = 7700 Gauß
Läufer *KA 1* normaler genuteter Käfiganker
NLA 1 massiver homogener Läufer aus Stahl *1* (Abb. 1)
NLA 2 — *NLA 1* mit stirnseitigem Kupferbelag *2*
NLA 3 — *NLA 2* mit Kupfermantel *2'*
NLA 4 — *NLA 3* mit gespritzter Eisenschicht *4*

Abb. 2. Verlauf des Drehmomentes M mit der Drehzahl n bei gleichem Ständer und verschiedenen Läufern.

Diese Fehler ließen sich durch Schichtung geeigneter Baustoffe beim nutenlosen Läufer weitgehend beheben. Abb. 1 a und b zeigen einen durch einfache Schichtung von Eisen-Kupfer-Eisen aufgebauten Läufer. In dem Ständer sind außerdem zum Vergleich einmal massive Eisenläufer und dann normale, genutete Käfig- und Doppelkäfiganker eingesetzt worden. Abb. 2 zeigt den Verlauf des Drehmomentes bei einem 3,5 PS-Motor. Hier ist der Gewinn durch die Schichtung im Läufer gut zu erkennen, gegenüber dem Käfiganker bleibt nur größerer Schlupf. Interessant für die Beurteilung der Motoreigenschaften ist noch der Verlauf des Leistungsfaktors bei verschiedener abgegebener Leistung. Daß beim geschichteten nutenlosen Läufer bessere Anlaufeigenschaften vorhanden sind als beim Käfiganker zeigt das Anlaufdiagramm eines Fahrstuhles. Akustisch verhielt sich der Motor mit dem nutenlosen Schichtläufer so gut, daß mit den normalen akustischen Meßverfahren in 30 cm Abstand keine Geräusche mit Sicherheit gemessen werden konnten. Die Lautstärke wurde in diesem Abstande auf 15 Phon geschätzt. Die Untersuchungen wurden mit ähnlichem Ergebnis auch in 2-, 6- und 12poligen Drehstromständern durchgeführt sowie auf Einphasen-Asynchronmotoren mit dauernd eingeschalteter Hilfsphase und Kondensator ausgedehnt Das Hauptarbeitsgebiet dieser geräuschlosen Motoren liegt bei Aussetzbetrieb, während der Dauerbetrieb durch den kleineren Wirkungsgrad und Leistungsfaktor unwirtschaftlich wird. [H. Moser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 305 u. 553.] *Lü.*

[1]) W. Willms, ETZ 56 (1935) S. 25 u. 55.
[2]) E. Lübcke, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 652.

Beleuchtung.

621. 32 : 628. 9 **Neue Leuchten in Amerika.** — Um eine gute Arbeitsplatzbeleuchtung zu erzielen, ist die Verwendung einwandfreier Leuchten notwendig. Da die auf dem Markt befindlichen Leuchten den lichttechnischen Anforderungen nicht entsprechen, hat sich die amerikanische lichttechnische Gesellschaft (Illuminating Engineering Society) veranlaßt gesehen, eine tragbare Leselampe zu entwickeln. Diese Leuchte enthält eine stehend angeordnete Glühlampe, die von einem halbdurchlässigen nach oben geöffneten Rückstrahler umgeben ist. Dadurch wird das Licht z. T. an die Decke des Raumes, z. T. direkt auf den Arbeitsplatz gerichtet. Zur Vermeidung der Blendung befindet sich über dem Rückstrahler ein nach unten geöffneter Schirm. Diese Leuchte berücksichtigt die Erkenntnis, daß neben einer reinen Platzbeleuchtung eine zusätzliche Allgemeinbeleuchtung sehr wichtig ist, da bei reiner Platzbeleuchtung wegen der großen Leuchtdichteunterschiede zwischen dem Arbeitsplatz und der Umgebung die Sehbedingungen für das Auge keineswegs ausreichend sind. Außerdem wurde eine Lampe zur indirekten und eine zur halbindirekten Beleuchtung von Korridoren usw. entwickelt. Diese Leuchten sollen durch Verwendung geeigneter Werkstoffe und Glühlampen eine weitaus größere Wirtschaftlichkeit haben als die bisher benutzten. Die Herstellung der neuen Leselampe ist allen denen einschlägigen Firmen gestattet worden, die sich verpflichteten, daß die fertigen Lampen gewissen von der Illuminating Engineering Society aufgestellten Bedingungen, die sich auf die lichttechnischen Eigenschaften der Lampe sowie auf ihre Haltbarkeit und Sicherheit beziehen, entsprechen. Die Leuchten werden vor dem Verkauf in einem unabhänhängigen Laboratorium einer strengen Prüfung unterzogen. Sie erhalten einen Anhänger mit der Beglaubigung, daß die Lampe den Vorschriften der IES entspricht. [W. F. Little u. R. B. Brown jr., Trans. Illum. Engng. Soc. 30 (1935) S. 593.] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 365. 2. 012 **Der Wert eines Betriebsdiagrammes für elektrische Schmelzöfen.** — Eine belgische Stahlgießerei hat einen elektrischen Lichtbogenofen von 3,5 bis 4 t Inhalt in Betrieb genommen, in dem 3 Schmelzungen je Tag vorgenommen werden. Vom 3. Tage ab seit der Inbetriebnahme hielt man es für vorteilhaft, genaue Aufzeichnungen über die Schmelzzeiten und den Stromverbrauch zu machen. Der Einsatz besteht aus 1600 kg Abfällen von Trägern, 1200 kg Abfällen von Knüppeln und 1100 kg Drehspänen für die Erzeugung eines Kohlenstoffstahles von etwa 48 bis 55 kg/mm² Zugfestigkeit. Die mit Sorgfalt ausgeführte Beschickung füllte den Ofen in großer Höhe und konnte nicht auf einmal vorgenommen werden. Die Schmelzung verlief folgendermaßen: Zwecks Vermeidung eines zu langen Bogens mit zu geringem Abstand vom Gewölbe begnügte man sich in der ersten halben Stunde mit einer Spannung von 120 V und einer Leistung von 900 kVA. Dann ging man über auf 140 V und 1050 kVA Leistung für die Dauer einer Stunde, wodurch sich eine beschleunigte Schmelzung ergab; nunmehr geht man wieder auf die Dauer von 45 min auf 120 V und 900 kVA herunter und bringt die Späne in den Ofen. Die Schmelzung ist nun beendet und die Entschlackung beginnt. Die Spannung wird auf 105 V erniedrigt, wobei man als Übergangszeit hierzu 8 min vorsieht, während die Entschlackung selbst etwa 10 min erfordert. Es folgt nunmehr die Feinungsperiode des Stahles bei 93 V und 700 kVA während höchstens 20 min. Zum Gießen geht man weiter auf 83 V und 500 kVA herunter und rechnet für die gießbereite Fertigstellung des Bades im Durchschnitt mit einer Stunde für den ersten Abstich, während bei gleicher Spannung und Leistung die entsprechenden Zeiten für den zweiten und dritten Abstich mindestens 30 bzw. 15 min dauern. Der kWh-Verbrauch stellt sich für die 3 Abstiche wie folgt:

	Gewicht der Beschickung	kWh je t Beschickung
für den 1. Abstich	3900 kg	865
„ „ 2. „	3900 kg	797
„ „ 3. „	3700 kg	746

Der kWh-Verbrauch je t Guß betrug in den 3 Fällen 950 bzw. 876 bzw. 813. Diese Beobachtungen und Aufzeichnungen sind für den Betriebsmann insofern von Bedeutung, als er sich streng an diese Werte für die Durchführung der Schmelzungen halten kann. Bei der betreffenden Gießerei hatte man vorher mit Siemens-Martin-Öfen gearbeitet. Bei dieser Ofenart zeigen verschiedene Erscheinungen dem Schmelzer den Fortgang der Stahlschmelzung an, die beim elektrischen Ofen von kleinem Fassungsvermögen ohne weiteres nicht gegeben sind. In solchen Fällen war der Betriebsmann oft gezwungen, die Beschaffenheit des Stahles nach dem Aussehen des Bades zu beurteilen. Dadurch, daß ihm Betriebsdiagramme über den Verlauf der Schmelzung, über Spannung und Leistung nebst der Zeitdauer für ihre Beibehaltung zur Verfügung stehen, ist ihm ein sicherer Weg für die richtige Durchführung der Schmelzung im elektrischen Lichtbogenofen vorgeschrieben. [E. Decherf, J. Four électr. 44 (1935) S. 395.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 398 : 656. 1 **Selbsttätige Verkehrsregelungssysteme, insbesondere das Elektromatiksystem.** — Die Entwicklung der Verkehrssignalanlagen[1]) brachte zwei Systemgruppen: Einrichtungen mit festen Zeiten (starre Anlagen) und Einrichtungen mit veränderlichen Zeiten (elastische Anlagen, z. B. nach dem Elektromatiksystem). Beide unterscheiden sich in Anlagen mit zentraler und mit örtlicher Steuerung. Erstere verteilen den Verkehr ohne Rücksicht auf andere im Straßenzug liegende meistens untergeordnete Kreuzungen, letztere mit Berücksichtigung von angeschlossenen Kreuzungen mit ähnlich starkem Verkehr. Im Laufe der Zeit haben sich innerhalb der Zentralsteuerung verschiedene Verfahren herausgebildet, von denen das der „grünen Welle“ das neuere und bessere ist. Der Einsatz der Grünzeiten an den einzelnen aufeinanderfolgenden Kreuzungen ist so gegeneinander verschoben, daß eine Fahrzeugkolonne, wenn sie die erste Kreuzung nach eben angefangenem Grünsignal überquert und alsdann mit einer bestimmten Geschwindigkeit fährt, an jeder kommenden Kreuzung gerade das eben begonnene Grünsignal vorfindet, so daß Aufenthalte an einzelnen Kreuzungen nicht vorkommen. Man muß von einer starren Anlage verlangen, daß die Signalumlaufszeit (Zeit für den Ablauf von grün, gelb, rot und gelb) und auch die einzelnen Farbenzeiten am Schaltgerät den durchschnittlichen Verkehrsverhältnissen entsprechend eingestellt werden können, damit die Anlage nicht allzu schematisch arbeitet.

Abb. 3. Arbeitsdiagramm des Elektromatiksystems.

Aber wenn auch etwa mehrmals am Tage die beiden Zeiten verändert werden würden, so sind doch die Verkehrsverhältnisse in Wirklichkeit wechselvoller, als daß sie ausreichend genug bei diesen wenigen Einstellungen erfaßt werden könnten. Bei dem fahrzeuggesteuerten Elektromatiksystem werden Bodenschwellen (geeignete Kontaktplatten, die in den zur Kreuzung führenden Straßendämmen eingebettet sind) benutzt[2]), die von darüber rollenden Fahrzeugen betätigt werden. Die Abb. 3 zeigt die Arbeitsweise des Elektromatik-Schaltkastens. Die Abszisse gibt die Zeit an und die Ordinate die Verkehrsrichtung und die Wagenfolge. Zur Zeit *5* erhält der Wagen *1 a* das Grünsignal. Der Zeitanteil t_1 ist fest und leitet nur die Grünzeit ein. Er berücksichtigt die Anfahrzeit der Wagen an der Haltelinie. Der zusätzliche Zeitanteil t_2 ist wiederholungsfähig und setzt jedesmal dann

[1]) Siehe auch ETZ 56 (1935) S. 1358.
[2]) Siehe ETZ 54 (1933) S. 753.

ein, wenn ein Fahrzeug die Bodenschwelle berührt. Er sichert dem die Schwelle verlassenden Fahrzeug eine ausreichende Zeit zum Durchfahren der Kreuzung. Sobald jedoch die Bodenschwelle nicht innerhalb des Zeitanteiles t_2 betätigt wird (Lücke in der Fahrzeugfolge, siehe Wagen *5 a*), erhält die Verkehrsrichtung *B* das Grünsignal. Der Vorgang spielt sich in der Richtung *B* genau so wie oben erwähnt wurde ab. In diesem Fall wurde eine längere lückenlose Fahrzeugfolge angenommen. Um eine allzu lange Grünzeitausdehnung zu verhindern, ist im Schaltkasten eine Höchstzeitbemessung vorgesehen (t_{max} *A* bzw. t_{max} *B*). In dem Beispiel wird diese Maßnahme angedeutet. Der Wagen *8 b* erhält daher nicht mehr den vollen Zeitanteil t_4 (Schutz durch das nachfolgende Gelbsignal). Die Zeitanteile t_1 und t_3 entsprechen sich, ebenso t_2 und t_4. Sie sind gegebenenfalls verschieden, wenn die zu durchfahrenden Wegstrecken verschieden lang sind. Eine weitere Zeitbemessung durch die zwangsläufige Umschaltung bezweckt, die Signale in größeren Zeitabständen wegen des Fußgängerverkehrs umzuschalten, wenn in der anderen Richtung kein Wagenverkehr vorhanden ist und die Bodenschwellen nicht betätigt werden können.

Man unterscheidet zwei- und mehrphasige Anordnungen (Phase bedeutet Verkehrsrichtung). Wenn schon bei zweiphasigen Anlagen mit starren Systemen nicht ausgenutzte Grünsignale vorkommen und dementsprechend unangebrachte Wartezeiten in der anderen Richtung den Verteilerwirkungsgrad verringern, so wird der Nachteil noch größer bei mehr als zwei Phasen, wenn einzelne etwa aufeinanderfolgende Phasen schlecht oder gar nicht ausgenutzt werden. Beim fahrzeuggesteuerten System werden nicht ausgenutzte Phasen übersprungen. Der Wirkungsgrad dieser Anlagen ist daher in allen Anwendungsfällen, wie sich auch nachweisen läßt, sehr günstig. [H. Küster, Siemens-Z. 15 (1935) S. 169.] *Sb.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 616. 029. 6 : 621. 385 **Erzeugung kurzer Wellen.** — Die Erzeugung von Dezimeterwellen großer Intensität bietet noch Schwierigkeiten, da die Flugzeit der Elektronen zwischen den Elektroden bereits mit der Schwingungszeit vergleichbar wird und da die Elektroden, die die Kapazität des Schwingungskreises bilden, klein sein müssen und daher die vom Elektronenaufprall erzeugte Wärme nur in geringem Maße abstrahlen können. A. Arsenjewa Heil und O. Heil schlagen daher das folgende Erzeugungsverfahren vor (Abb. 4). Die von der Kathode *A* kommenden Elektronen werden durch die auf konstantem, positivem Potential befindliche Elektrode *B* beschleunigt, durchfliegen den Faradayschen Käfig *C* und werden durch *D* wieder beschleunigt. *C* ist die schwingende Elektrode, was durch den eingezeichneten Schwingungskreis angedeutet ist. Wenn das Potential des Käfigs um einen positiven Mittelwert sinusförmig schwankt, so kann man bei geeigneter Länge des Käfigs erreichen, daß die in der negativen Halbperiode eintretenden, stark abgebremsten Elektronen den Käfig zum größten Teil erst in der folgenden positiven Halbperiode verlassen, während die in der positiven Halbperiode eintretenden, wenig abgebremsten Elektronen den Käfig bereits zum größten Teil in derselben positiven Halbperiode verlassen. So entsteht infolge der verschiedenen Verweilzeiten der Elektronen eine pulsierende Raumladung im Innern des Käfigs, die die Schwingung unterstützt und entdämpft. Die sonst störende endliche Flugzeit der Elektronen wird hier also gerade benutzt, um den Elektronenstrom zu steuern. Ferner wird die Schwingungsenergie aus dem Elektronenstrahl herausgekoppelt, ohne daß die schwingenden Elektroden von Elektronen getroffen und erwärmt werden. Die Rechnung ergibt, daß der Generator selbst einschwingt und stabil arbeitet. 35 % der Elektronenstrahlenergie können im günstigsten Fall in Schwingungsenergie verwandelt werden. Über die praktische Durchführung des Verfahrens wird nichts mitgeteilt. [Arsenjewa Heil u. O. Heil, Z. Physik 95 (1935) S. 752.] *Br.*

Abb. 4. Erzeugung kurzer Wellen.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 733. 029. 6 : 537. 226. 2 : 541. 13 **Messung der Dielektrizitätskonstante wässeriger Lösungen starker Elektrolyte.** — Die Debye-Falkenhagensche Theorie starker Elektrolyte verlangt eine frequenzabhängige Erhöhung der Dielektrizitätskonstanten mit der Konzentration. Diese Folgerung wurde bisher im wesentlichen nur durch Relativmessungen, Vergleich gleichleitender Lösungen, bestätigt. E. Fischer führt Absolutmessungen mit einer Hochfrequenzbrücke aus, bei der die Fehler, die durch die Selbstinduktion der Zuleitungen und durch kapazitive und induktive Einflüsse verschiedener Teile der Anordnung aufeinander entstehen, sorgfältig vermieden werden. Die Genauigkeit im Frequenzgebiet von 10^6 bis 10^7 Hz beträgt 0,3 bis 2 ‰. Die Messungen bestätigen im allgemeinen die Theorie. [E. Fischer, Physik. Z. 36 (1935) S. 585.] *Br.*

621. 317. 755. 001. 6 **Über die neuere Entwicklung des Elektronenstrahl-Oszillographen.** — Die Entwicklung des Oszillographen mit Braunscher Röhre führte neben der Ausführung des Hochspannungs-Kathodenstrahl-Oszillographen zur Durchbildung des Elektronenstrahl-Oszillographen mit kleiner Strahlgeschwindigkeit, der Wechselstromvorgänge durch Darstellung stehender Kurvenbilder wiedergibt. Zur Ablenkung in der Zeitachse benötigt dieser einen elektrischen Zeitkreis, der eine sägezahnartige Spannungskurve liefert. Für die Entwicklung eines derartigen Oszillographen verlangt die Einfachheit der Bedienung und Anwendung vollkommenen Wechselstrom-Netzbetrieb, also Verzicht auf jegliche Batterien, sowie eine einheitliche, handliche Geräteform. Die außerordentlich weitgehende Forderung, die für stillstehende Kurvenbilder an die Konstanz der Zeitablenkung gestellt wird, ist bei den üblichen Netzspannungsschwankungen nur durch besondere Mittel zu erfüllen. Eine eingehende Betrachtung der Röhrenkennlinien stellt die Gesichtspunkte für die günstigste Schaltanordnung der als Zeitkreis verwendeten Kippschaltung klar. Diese ergibt im Verein mit der geeigneten Ausbildung des Gleichrichterteils eine so große Konstanz der Kurvendarstellung, daß auch bei den größten in den Wechselstromnetzen vorkommenden Spannungsschwankungen keine bemerkbare Verschiebung des Kurvenbildes auftritt. Auch bei völliger Vermeidung des Störeinflusses durch magnetisches Streufeld wird eine einfache und gedrungene Geräteform durch die besondere Anordnung des Netztransformators und seine sorgfältige Abschirmung erreicht. Ein für die Messung des Ladestroms der Kippschaltung vorgesehener Anschluß ermöglicht es, den Zeitmaßstab der Kurvendarstellung einfach zu eichen. [J. Dantscher, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 831.]

Hochspannungstechnik.

621. 317. 728. 015. 33 **Die Messung von Stoßspannungen mit der Kugelfunkenstrecke.** — Will man elektrische Stoßspannungen mit der Kugelfunkenstrecke messen, so läßt sich bekanntlich die Genauigkeit und Regelmäßigkeit der Meßfunkenstrecke steigern, wenn man die Funkenstrecke mit ultraviolettem Licht bestrahlt. Dieser Effekt kann so erklärt werden, daß durch die Bestrahlung photoelektrisch an der Oberfläche der Kugeln Elektronen in so reichem Maße ausgelöst werden, daß stets ein Anfangselektron zur Einleitung des Durchschlages vorhanden ist. Dieses Anfangselektron kann dagegen fehlen, wenn die Elektroden nicht bestrahlt werden; in diesem Falle wird der Durchschlag stark verzögert einsetzen. Von besonderer Bedeutung ist die Bestrahlung der Meßfunkenstrecke bei kleinen Schlagweiten. Hier wird wegen des kurzen Laufweges das Elektron nur dann als Anfangselektron den Durchschlag einleiten können, wenn es unmittelbar von der Kathode ausgeht, also auf der größtmöglichen Strecke ionisieren kann.

Dieser Einfluß der Bestrahlung wurde unter Zuhilfenahme eines Kathodenstrahl-Oszillographen an einer Kugelfunkenstrecke, deren Bronzekugeln einen Durchmesser von 6,25 cm besaßen, im Bereich kleiner Schlagweiten untersucht. Abb. 5 zeigt eine Reihe solcher Oszillogramme, die bei bestrahlter Funkenstrecke aufgenommen wurden. Die Spitzenspannung betrug bei der Versuchsreihe, der die ge-

zeigten Oszillogramme entnommen sind, in jedem Falle 13,05 kV, die Dauer der Stirn rd. 1 μs. Während die unbestrahlte Funkenstrecke, um einigermaßen regelmäßiges Ansprechen zu gewährleisten, auf einen Abstand eingestellt werden mußte, der einer Spitzenspannung von 6,79 kV (bei 50 Hz) entspricht, zündete die bestrahlte Funkenstrecke auch dann noch, wenn die Kugeln auf 11,83 kV eingestellt waren. Das Oszillogramm zeigt deutlich, daß jetzt der Durchschlag fast genau im Scheitel der Stoßwelle erfolgt. Der noch verbleibende geringe Meßfehler ist auf einen trotz der Bestrahlung noch vorhandenen geringen Rest von Verzögerung zurückzuführen. Die Bestrahlung hat also die Genauigkeit der Meßfunkenstrecke in diesem Falle wesentlich erhöht.

Abb. 5. Durchschlag einer bestrahlten Meßfunkenstrecke.

Die Versuche zeigen deutlich, daß dieser günstige Einfluß der Bestrahlung mit ultraviolettem Licht sich am stärksten im Bereich kleiner Schlagweiten auswirkt. In Zahlentafel 1 sind noch einige weitere Meßergebnisse aufgeführt, die diese Feststellung bestätigen.

Zahlentafel 1.

Verwendete Stoßspannung		Spitzenspannung		
Stirndauer	Abklingen der Spannung auf 50 % des Scheitelwertes nach	tatsächlich	gemessen mit Bestrahlung	gemessen ohne Bestrahlung
μs	μs	kV	%	%
1,5	40	78,4	100	100
		9,7	99	92
1	5	66,7	99	99
		8,3	91	52
0,5	5	72,3	101	101
		9,1	100	66

[G. L. Nord, Electr. Engng. 54 (1935) S. 955.] *Bks.*

Chemie.

621. 357. 12 **Scheidung von Edelmetall in schwefelsaurem Elektrolyten.** — Bei der elektrolytischen Scheidung von Silberlegierungen wird gewöhnlich mit salpetersauren Bädern gearbeitet. G. Hänsel und A. Grevel zeigen, daß auch die billigere und angenehmer zu handhabende Schwefelsäure sich eignet, obwohl Silbersulfat ziemlich schwer löslich ist. Bei einer Anode aus Silberkupferlegierung mit weniger als 80 % Silber wechselt die Klemmenspannung zwischen einem niedrigeren Wert, bei dem sich nur Kupfer löst, und einem höheren Wert, bei dem sich beide Metalle gleichzeitig lösen. Wie üblich, wird, nachdem das Kupfer kathodisch abgeschieden ist, das Silber als Zementsilber durch eingehängte Kupferbleche ausgefällt, indem Kupfer das edlere Silber aus der Lösung verdrängt. Das Badgefäß ist eine eiserne mit Blei ausgekleidete Wanne; die Kathode hängt in einer porösen Tonzelle. Die entsilberte schwefelsaure Kupfersulfatlösung tritt unten in den Kathodenraum ein, steigt an der Kathode hoch, fließt in den Anodenraum hinüber, reichert sich hier an Silber an, durchwandert zwei Zementationsgefäße hintereinander, wird dabei durch ein Filter von mitgeführten Silberflittern befreit und schließlich in einen Behälter hinaufgepumpt, aus dem sie wieder den Kreislauf antritt. Das Zementsilber hat 99 bis 99,5 % Silber, der von der Anode abfallende Schlamm 92 %. — Aus einer Goldlegierung mit 70 % Kupfer wird anodisch alles Kupfer herausgelöst; danach schnellt die Badspannung hoch, indem sich Sauerstoff entwickelt. Eine Legierung von 80 % Gold, 5 % Silber und 15 % Kupfer mußte zunächst durch Zusatz von Kupfer auf 50 % Gold und 3 % Silber erniedrigt werden. Die auf 5 mm Dicke ausgewalzte Anode wurde, um das als Rest bleibende Gold zusammenzuhalten, in einen gezahnten Holzrahmen gefaßt. Das mit 120 A/m² (anodisch 150) gefällte Kupfer enthielt ein wenig Silber. Um den Kupfergehalt des Elektrolyten hochzuhalten, ließ man ihn einen mit Kupferschrot gefüllten Turm unter Luftzutritt durchrieseln. Das Anodengold enthielt nach dem Waschen 99,8 % Gold. [G. Hänsel u. A. Grevel, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 14 (1935) H. 2, S. 63.] *K. A.*

Werkstatt und Baustoffe.

620. 179 **Ein magnetisches Prüfverfahren für Werkstoffe.** — Viele Stahlstücke sind mit Oberflächenfehlern behaftet, wie mit Rissen, Nähten u. dergl., die sich mit dem bloßen Auge kaum erkennen lassen, die jedoch die Haltbarkeit der Stücke im Betrieb mehr oder weniger zu beeinträchtigen vermögen. So können z. B. Risse, die bei der Wärmebehandlung entstehen, auf Nähte und sonstige Fehler zurückzuführen sein, die entweder nicht erkannt oder deren Bedeutung unterschätzt wurde. Verschiedene amerikanische Werke haben nun ein neues Verfahren auf magnetischer Grundlage für die Prüfung von Werkstoffen eingeführt. Der große Vorteil dieses Prüfverfahrens besteht darin, daß den zu prüfenden Werkstücken keine Proben entnommen zu werden brauchen, sondern daß die Prüfung am ganzen Stück vorgenommen wird, ohne daß es beschädigt oder zerstört wird. Der Grundsatz bei diesem als „Magnaflux" bezeichneten Verfahren besteht darin, das zu prüfende Werkstück zu magnetisieren, die Stellen auf ihm, die besonders untersucht werden sollen, mit einem Pulver, dessen Zusammensetzung nicht angegeben wird, zu umgeben und nunmehr das Verhalten des Pulvers auf dem Werkstück zu beobachten. Das Pulver selbst wird von dem magnetisierten Stück angezogen. Je nachdem nun, ob das Stück von gleichmäßiger oder fehlerhafter Oberflächenbeschaffenheit ist, zeichnen sich auf dem Pulver Linien ab, deren Verlauf einen sicheren Anhaltspunkt für die Beschaffenheit der Oberfläche gibt. Abgesehen von seiner Zuverlässigkeit soll sich das Verfahren auch durch die Schnelligkeit seiner Ausführung auszeichnen. Mit Erfolg hat man auf diese Weise Kurbelwellen untersucht, und zwar sowohl unmittelbar nach ihrer Erzeugung als auch später im Betrieb. [Iron Age 136 (1935) S. 40 u. 143.] *Kp.*

AUS LETZTER ZEIT.

„Schönheit der Arbeit". — Die Bemühungen der Deutschen Arbeitsfront, den Arbeitsplatz schön zu gestalten, haben in der letzten Zeit schon in vielen deutschen Betrieben Erfolg gehabt. Es ist eine bekannte Tatsache, daß in freundlicher, sauberer und heller Umgebung mehr und Besseres geleistet wird, daß weniger Unfälle entstehen, weniger Ausschuß und sonstige Verluste den Betrieb belasten. Die Aufwendungen für die Schaffung von sauberen, hellen und luftigen Arbeitsplätzen, von hygienisch einwandfreien Wasch- und Aborträumen, von Grünanlagen, Sportplätzen u. dgl. sind also nicht nur vom nationalsozialistischen Standpunkt aus selbstverständlich, sondern liegen außerdem im wirtschaftlichen Interesse der Betriebe. Die schöne Arbeitsstätte bringt die Arbeitsfreude, die den Schaffenden mit seiner Arbeit innerlich verbindet und in ihm den Willen zur Leistung erstehen läßt.

Um diesen Bestrebungen Nachdruck zu verleihen, wird am 11. 2. in allen eisen- und metallverarbeitenden Betrieben Deutschlands ein Betriebsappell unter der Losung „Schönheit der Arbeit" stattfinden. In den folgenden Tagen werden Referenten des Amtes „Schönheit der Arbeit" und die Walter der Reichsbetriebsgemeinschaft „Eisen und Metall" Betriebe besichtigen, um sich von den Fortschritten zu überzeugen und die verdienten Pioniere auf diesem Gebiet festzustellen.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Über elektrische Einheiten nebst einem Beitrag zur genauen Bestimmung der Zeiteinheit auf elektrischem Wege.

Von Dipl.-Ing. A. Griesbach, Berlin.

621. 317. 081 + 529. 7

Übersicht. Der Zusammenhang der drei Grundeinheiten: Länge, Masse und Zeit über die beiden sogenannten absoluten Maßsysteme der Elektrotechnik mit den technisch-internationalen Größen wird erwähnt und die jeweilige praktische Darstellung der technischen Einheiten in Normalen erörtert*). Dabei ergibt sich eine Beschreibung der grundlegenden Arten zur absoluten Bestimmung einiger Einheiten und ihrer mutmaßlichen Unsicherheit in der Herstellung im technischen wie im absoluten Maße teils auf Grund zeitlich auseinanderliegender Darstellungen, teils aus zwischenstaatlichen Vergleichungen.

Eine längere Betrachtung ist wegen seiner grundlegenden Bedeutung für die gesamte Meßtechnik den Frequenznormalen gewidmet, mit denen es bei besonderen Vorsichtsmaßnahmen möglich ist, die Zeit, eine der drei Grundeinheiten, wesentlich genauer zu messen, als man es bisher mit den besten Pendeluhren konnte.

Wie die Menschen seit altersher in ihrem Verkehr untereinander Maßstäbe verabredeten, so wurde es in neuerer Zeit immer dringender, auf allen Gebieten menschlicher Tätigkeit Maßstäbe festzulegen, um eine einheitliche und damit allgemeine vergleichbare Bewertung aller Bedürfnisse und Erkenntnisse zu ermöglichen. Das führte zunächst zu einer internationalen Festlegung der drei Grundeinheiten für Länge, Masse und Zeit, nämlich das Zentimeter, das Gramm und die Sekunde. Alle drei stellen willkürlich angenommene Einheiten dar, die aber für die menschlichen Messungen genügen, sofern sie sich gemäß ihrer Definition praktisch beliebig oft und innerhalb gewisser Grenzen genau darstellen lassen.

Mit der Entwicklung der Elektrotechnik entstand nun auch hier sehr bald das Bedürfnis nach einheitlich definierten Meßgrößen. Diese Bestrebungen sind 1928[1]) zunächst zu einem gewissen Abschluß gekommen. Die Entwicklung der Meßtechnik in den letzten Jahrzehnten ermöglichte es, Einheiten so darzustellen, daß sie praktisch innerhalb gewisser Fehlergrenzen wieder herstellbar sind und den zu stellenden Anforderungen an Genauigkeit voll genügen.

Schlechthin bezeichnet man eine solche praktisch dargestellte Einheit mit der höchsten erreichbaren Genauigkeit als Normal. Jeder Staat mit eigenen Maßsystemen besitzt heute eine Stelle, wo diese Normale hergestellt und beobachtet werden. Bei allen praktischen Messungen werden dann Hilfsmittel verwandt, die mit diesen Normalen oder deren Kopien geeicht sind, also mit ihnen oder einem beliebigen Vielfachen davon höchstens innerhalb der Genauigkeit der benutzten Eicheinrichtung übereinstimmen. Von einem solchen Normal muß also verlangt werden, daß es die fest definierte Einheit oder ein Vielfaches soweit genau verkörpert, wie es die Meßtechnik erfordert bzw. ermöglicht, und diesen Wert auch in größeren Zeiträumen einhalten. Die Erfüllung dieser Forderungen haben große Schwierigkeiten bereitet und sind bei einer ganzen Anzahl von elektrischen Einheiten nur sehr schwer oder gar nicht zu meistern.

Bekanntlich gibt es in der Elektrotechnik zwei Gruppen von Maßsystemen, die nebeneinander bestehen und von denen je eine den Umständen entsprechend eine größere Bedeutung besitzt. Es sind das die technischen und die sogenannten „absoluten" Einheiten. Diese letzte Gruppe stützt sich durch das Coulombsche (elektrostatische System) und das Biot-Savartsche (elektromagnetische System) Gesetz auf die drei Grundeinheiten Länge, Masse und Zeit bzw. Zentimeter, Gramm und Sekunde (CGS-System). Absolut im eigentlichen Sinne sind also diese Maßsysteme nicht, denn sie beruhen auf den willkürlich verabredeten Grundeinheiten.

Das technische Maßsystem war zunächst auch eine eigene, ganz willkürliche Festsetzung gewisser elektrischer Einheiten, die erst in den letzten Jahrzehnten so weit an die absoluten Systeme angelehnt wurden, wie es der Stand unserer Meßtechnik gestattet, die absoluten Einheiten ebenso genau und reproduzierbar darzustellen wie die technischen. Das Ziel ist, bei der Umrechnung dieser technischen oder jetzt auch internationalen Größen in das elektromagnetische Maßsystem glatte Umrechnungsfaktoren zu erhalten.

Die wichtigsten Einheiten sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt und sollen nur einen Überblick über den Zusammenhang der beiden absoluten mit dem international-technischen Maßsystem geben.

Zahlentafel 1.

	Formel-Zeichen	technische Einheiten	elektrostatische Einheiten	elektromagnetische Einheiten
Strom	I	Ampere A	$3 \cdot 10^9 g^{1/2} cm^{3/2} s^{-2}$	$0{,}1 \cdot g^{1/2} cm^{1/2} \cdot s^{-1}$
Spannung	U	Volt V	$\frac{1}{300} g^{1/2} cm^{1/2} s^{-1}$	$10^8 g^{1/2} cm^{3/2} s^{-2}$
Widerstand	R	Ohm Ω	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11} cm^{-1} \cdot s$	$10^9 cm\, s^{-1}$
Kapazität	C	Farad F	$9 \cdot 10^{11} cm$	$10^{-9} cm^{-1} s^2$
Selbstinduktion	L	Henry H	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11} cm^{-1} s^2$	$10^9 cm$
Ladung	Q	Coulomb C	$3 \cdot 10^9 g^{1/2} \cdot cm^{3/2} \cdot s^{-1}$	$0{,}1 g^{1/2} cm^{1/2}$
magn. Polstärke	M	—	$g^{1/2} cm^{1/2}$	$g^{1/2} cm^{3/2} s^{-1}$
Arbeit	A	Joule J	$10^7 g\, cm^2 s^{-2}$	$10^7 g\, cm^2 s^{-2}$
Leistung	N	Watt W	$10^7 g\, cm^2 s^{-3}$	$10^7 g\, cm^2 s^{-3}$

Inwieweit unsere technischen Einheiten nun heute praktisch darstellbar und mit welchen möglichen Fehlern sie gegenüber den entsprechenden absoluten behaftet sein können, soll im folgenden an einigen Beispielen gezeigt werden.

Im Anfang der Elektrotechnik waren die wichtigsten Größen Wirkwiderstand, Strom und Spannung. Da diese drei durch das Ohmsche Gesetz miteinander verbunden sind, dürfen nur zwei festgelegt werden[1]), sei es nun unabhängig oder in Anlehnung an eines der absoluten Maßsysteme. Andernfalls treten Unstimmigkeiten auf, wie sie zeitweise in einigen Staaten bestanden haben. Die Frage wurde daher erhoben, welche dieser drei Größen fest definiert werden sollten. Heute hat man sich auf Widerstand und Strom geeinigt, wenn auch von Anfang an Bestrebungen vorhanden waren, die Widerstand und Spannung empfahlen. In letzter Zeit gewinnen diese Bestrebungen anscheinend wieder an Boden. Der Grund dafür wird aus den später folgenden Betrachtungen verständlich.

Die ersten Bemühungen, fest definierte Meßgrößen (Normale) darzustellen, erstrecken sich auf die Widerstandseinheit. Nach vielen vergeblichen Vorschlägen und Versuchen ist auch heute noch die von W. Siemens erstmalig angewandte Darstellung durch eine Quecksilbersäule von bestimmtem Querschnitt und bestimmter Länge

*) Nach einem Vortrag in der Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik der Jungingenieure am 11. 12. 1935.

[1]) Schrifttum am Schluß des Aufsatzes, S. 103 dieses Heftes.

international anerkannt und üblich. Auf Grund einer großen Anzahl von Bestimmungen des Widerstandes in absoluten elektromagnetischen Einheiten[11]) [12]) ist die technische Einheit als der Widerstand einer Quecksilbersäule bei 0 ° C von 1 mm² Querschnitt und 106,3 cm Länge definiert. Aber diese Länge war bei der gesetzlichen Festlegung noch um 1 ‰ unsicher. Erst 1908 fügte man auf Vorschlag der internationalen Konferenz des beratenden Komitees für elektrische Einheiten[1]) noch zwei Stellen an und legte damit die Länge auf 106,300 cm fest, um den Ansprüchen an Genauigkeit Rechnung zu tragen.

Anderseits ist diese technische Einheit seit langer Zeit in den verschiedenen staatlichen Instituten auf mindestens $1 \cdot 10^{-5}$ genau beliebig oft darstellbar[2]) [3]) [4]). Auch bei Vergleichungen zwischen den einzelnen Laboratorien ergaben sich im Mittel keine größeren Abweichungen, denn der Widerstand ist nur durch die Temperatur und die geometrischen Größen des Normals bestimmt, wobei die Homogenität des Quecksilbers infolge seiner Flüssigkeit eine beträchtliche Rolle spielt.

Das Ohm ist also als technisches Maß auf $1 \cdot 10^{-5}$ genau, während es als absolutes Maß nur auf $1 \cdot 10^{-3}$ bisher als sicher[1]) betrachtet werden konnte. Nach den neuesten Ergebnissen im National Physical Laboratory und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt beträgt die Abweichung vom absoluten Maßsystem[11]) [12]) nur $5 \cdot 10^{-4}$ mit einer Unsicherheit von $1 \cdot 10^{-4}$. Bei einer Umrechnung ist dieser Differenz natürlich Rechnung zu tragen. Erfolgt in absehbarer Zeit allgemein ein Übergang zum absoluten elektromagnetischen Maßsystem, wie es für die nächsten Jahre vorgesehen ist[5]), so sind Änderungen oder Umrechnungen bei den Widerstandsnormalen notwendig.

Es ist leicht einzusehen, daß die Quecksilberröhren als Gebrauchsnormal unhandlich sind. So schuf man Drahtkopien als Normale für das Ohm, die sich ebenfalls gut bewährt haben, wenn sie auch in 30 Jahren einer jährlichen Änderung von $1 \cdot 10^{-6}$ unterworfen waren[3]). Diese Genauigkeit genügt aber vorläufig noch den Anforderungen, wird sich jedoch mit den Fortschritten der Meßtechnik im gleichen Maße erhöhen lassen.

Günstiger liegen die Verhältnisse bei der Stromeinheit. Durch viele Versuche nach den verschiedenen Verfahren (Stromwaage, Tangentenbussole, Sinusbussole, Dynamometer) wurde die durch die technische Stromeinheit in einer Sekunde aus wäßriger Silbernitratlösung ausgeschiedene Silbermenge zu 1,118 mg absolut[1]) ermittelt. Dieser Wert war auch zunächst als Einheit gesetzlich festgesetzt, wenn er auch auf $1 \cdot 10^{-4}$ genau angesehen werden konnte. Der Einheitlichkeit wegen legte man ihn aber wie das Ohm nur auf 1 ‰ fest. Bei der Erhöhung der Genauigkeit 1908[5]) fügte man auch hier — doch auf Messungen gestützt — noch zwei Stellen hinzu (1,11800 mg). Die Unsicherheit beträgt nur $1 \cdot 10^{-5}$. Hier sind also bei der Umstellung auf die absoluten Einheiten keine Schwierigkeiten zu erwarten.

Sehr umständlich und schwierig gestaltet sich dagegen die praktische Darstellung des Amperes. Als einzig brauchbares Verfahren, dessen Ergebnis ja auch der Definition zugrunde liegt, erwies sich bisher das Silbervoltameter. Und so ist es leicht zu erklären, daß man sich von vielen Seiten aus bemühte, die technische Spannungseinheit als zweite unabhängige Größe einzuführen und nicht das Ampere. Das war um so verständlicher, als die Technik in den sogenannten Normalelementen Spannungsquellen besitzt, die den an ein Normal zu stellenden Ansprüchen gerecht werden können. Doch erst den letzten Jahren war es vorbehalten, die zeitliche Konstanz und die Wiederherstellbarkeit des Weston-Normalelementes so weit zu steigern, daß seine Spannung bei 20 ° C zu 1,01830 V mit höchstens $2 \cdot 10^{-5}$ Unsicherheit[6]) [7]) bestimmt werden konnte. Natürlich muß auch hier beim Übergang zum absoluten Maßsystem die durch das technische Ohm bedingte Abweichung berücksichtigt werden. Für die Korrektur der Nennspannung entsprechend der jeweiligen Temperatur sind Formeln entwickelt worden, die es ermöglichen, die angegebene Genauigkeit weitgehend einzuhalten.

Zusammenfassend läßt sich also von diesen drei technischen Grundeinheiten sagen, daß sie international auf etwa 1 bis $2 \cdot 10^{-5}$ genau übereinstimmen, was ebenfalls von dem absoluten Ampere gilt, während Ohm und Volt um $5 \cdot 10^{-4}$ vom absoluten Maß abweichen.

Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse in der Wechselstromtechnik. In einem Stromkreis, der mit Wechselstrom gespeist wird, sind alle Größen durch die Amplitude bestimmt, sei es nun Strom oder Spannung, die Widerstände — ohmsche, induktive und kapazitive —, die Frequenz, die Kurvenform und die Phase. Diese beiden letzten Größen scheiden bei den weiteren Betrachtungen aus, da sie ihrerseits wieder von der Frequenz abhängen und nur rechnerisch und nicht allgemein praktisch dargestellt werden können. Sie lassen sich also nicht durch einen besonderen elektrischen Maßstab festlegen.

Als Wechselstromeinheit ist der Strom definiert, der in gleichen Zeiten an einem gleichen ohmschen Widerstand dieselbe Wärmemenge erzeugt wie die Einheit des gesetzlich festgelegten Gleichstromes. Praktisch kommt durch diese Beziehungen der Einheiten eine neue Unsicherheit für den Wechselstrom gegenüber dem Gleichstrom hinzu. So liegt denn die Genauigkeit um etwa ½ Zehnerpotenz im absoluten wie im technischen Maßsystem niedriger. Anderseits ist die Herstellung der Wechselstromeinheit noch wesentlich umständlicher als die der entsprechenden Gleichstromgröße. Ist schon deshalb eine Darstellung als Normal nicht möglich, so kommt noch die Frequenz als unabhängige Größe hinzu. Ähnlich ist es mit der Wechselspannungseinheit, deren Meßgenauigkeit im absoluten wie im technischen Maßsystem auch um etwa ½ Zehnerpotenz hinter der des Gleichstroms zurückbleibt. Sie ist auch aus denselben Gründen wie die Wechselstromeinheit nicht als Normal zu verwirklichen.

Für die Darstellbarkeit einer Einheit durch ein Normal ergibt sich hieraus als Einschränkung, daß auch die Größe selbst zeitlich konstant sein muß. Besondere Bedeutung findet diese Feststellung bei der späteren Behandlung der Frequenznormalen. Hier sollen zunächst jedoch die Widerstände bei Wechselstrom besprochen werden.

Definiert ist der Wirkwiderstand hier genau so wie bei Gleichstrom, so daß also das Widerstandsnormal auch für Wechselstrom verbindlich ist. Freilich besitzt dieses Normal hier nur eine beschränkte Gültigkeit etwa im Bereich der technischen Frequenzen; dann beginnen sich schon induktive und kapazitive Einflüsse geltend zu machen, die ja nie restlos zu beseitigen sind. Oberhalb der Tonfrequenzen kommt noch die Hautwirkung hinzu, die sich als ohmsche Widerstandserhöhung auswirkt. Die ersten beiden Fehlerquellen hat man bis zu Frequenzen von etwa 10^6 Hz praktisch fast vollständig zu unterdrücken erreicht, doch macht sich nach der oberen Frequenzgrenze hin schon stark eine Abweichung durch den Skineffekt bemerkbar. Bei noch höheren Frequenzen ist die praktische Darstellung eines reinen Wirkwiderstandes kaum mehr möglich. So gibt es denn auch nur Normale für besondere Zwecke bei technischen Frequenzen (z. B. Wandlerbürden)[43]), deren Genauigkeit prozentual fast der bei Gleichstrom entspricht. Natürlich hat es nicht an Versuchen und Vorschlägen gefehlt, das Ideal eines Wirkwiderstandes zu verwirklichen, doch scheint es allgemein praktisch fast ausgeschlossen, da bei den höchsten Frequenzen 10^7 bis 10^8 Hz Fehler über 50 % des Gleichstromwertes beobachtet wurden.

Der einzige Wechselstromwiderstand, der sich fast unbegrenzt genau darstellen läßt, ist die Kapazität[8]) [9]). Für den gesamten ungeheuer großen Frequenzbereich bis zu 10^6 oder zum Teil bis 10^7 Hz lassen sich Abweichungen vom Idealwert bei den besten Konstruktionen nur schwer nachweisen. Freilich ist dazu als Dielektrikum Luft oder noch

besser ein Gas erforderlich. Für die mechanische Befestigung kommt an den kritischen Stellen nur ein ganz hochwertiger Isolierstoff in Frage. In der PTR wird Quarzglas bei den Normalkondensatoren benutzt, wie es die Herstellerfirmen auch heute noch verwenden. Die neuesten keramischen Hochfrequenz-Isolierstoffe haben kleinere Verlustwinkel als Quarzglas, doch liegen über deren praktische Bewährung in Normalkondensatoren anscheinend noch keine Ergebnisse vor. Hier näher auf konstruktive Einzelheiten einzugehen, würde zu weit führen.

Bedeutend interessanter ist die absolute Eichung der Kondensatoren und die dabei erzielbare Genauigkeit. Die Kapazitätseinheit C in technischen Farad ist nach dem Gesetz $C = Q/U$ definiert, wobei Q die Einheit der Ladung in Coulomb und U die Spannungseinheit in Volt bedeutet. Ladet man nun einen Kondensator mit einer konstanten Gleichspannung U auf und entladet ihn in derselben Zeit wieder durch Kurzschließen, so wird eine Elektrizitätsmenge Q hineinfließen. Wiederholt man das n-mal in der Zeiteinheit, so wird der mittlere in den Kondensator hineinfließende Strom

$$I = n\,Q.$$

Nun ist aber nach der Definitionsgleichung

$$Q = C\,U$$

und daher

$$I = n\,C\,U.$$

Bei der angelegten Spannung U wird also ein mittlerer Strom fließen, der sich nach der Größe des Kondensators richtet. Dieser wirkt also wie ein Widerstand. Das wird um so klarer, wenn man die letzte Gleichung mit dem ohmschen Gesetz vergleicht:

$$I = U/R.$$

Danach gilt für den dem Kondensator entsprechenden Widerstand die Beziehung

$$R = \frac{I}{n\,C}\,.$$

In der Tat kann man den Kondensator C mit dem Umschalter durch einen Widerstand R ersetzen, so daß bei derselben Spannung U der gleiche Strom I fließt. Kennt man noch die Zahl der Ladungen in der Zeiteinheit, so kann die Größe des Kondensators im technischen Maßsystem absolut berechnet werden. Dieses Verfahren wurde erstmalig von Maxwell vorgeschlagen und ist in seiner Genauigkeit fast nur durch den Unterbrecher bedingt. Von ihm wird konstante Unterbrecherzahl[10]) und genaue Kontaktgabe verlangt, da ja die Zeit und auch die Ladungsvorgänge bei der Berechnung berücksichtigt werden müssen. Mit diesem Verfahren wurden nach Angaben von Giebe u. Zickner[9]) folgende Genauigkeiten für die verschiedenen Kapazitätsgrößen erreicht:

für $1 \cdot 10^5$	Piko-Farad	eine	Genauigkeit	0,01 ‰	oder	$1 \cdot 10^{-5}$
„ $1 \cdot 10^4$	„	„	„	0,05 „	„	$5 \cdot 10^{-5}$
„ $1 \cdot 10^3$	„	„	„	0,1 „	„	$1 \cdot 10^{-4}$
„ $1 \cdot 10^2$	„	„	„	0,5 „	„	$5 \cdot 10^{-4}$

Die zeitliche Änderung überschritt nur selten in großen Zeiträumen (acht Jahre) die Meßgenauigkeit um 50 %. Wesentlich unangenehmer sind die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinflüsse, die bedeutend größer sind und denen man mit Erfolg dadurch begegnete, daß man die Normalkondensatoren in Trockenkammern bei konstanter Temperatur aufbewahrt. Zu bemerken ist auch noch, daß bei der Umrechnung in das absolute Maßsystem eine Korrektur notwendig ist, die durch die Eichung mit der technischen Einheit Ohm bedingt wird. Sie beträgt auch etwa 0,5 ‰.

Bestimmt wird diese Abweichung des technischen vom absoluten Ohm mit Hilfe von Induktivitäten. Das geschieht auf folgende Art[11]) [12]):

Für einlagige Zylinderspulen läßt sich nach L. Lorenz, E. B. Rosa und L. Cohen die Induktivität aus den geometrischen Abmessungen im absoluten elektromagnetischen Maßsystem auf $1 \cdot 10^{-6}$ sicher berechnen. Anderseits kann man sie mittels größerer in technischen Einheiten absolut geeichter Kondensatoren ($1 \cdot 10^{-5}$ Genauigkeit) in der Maxwellschen Brücke bei Berücksichtigung von Eigenkapazität und ohmschen Widerstand auf $1 \cdot 10^{-5}$ genau in technischen Einheiten ermitteln. Der Quotient aus beiden Ergebnissen liefert dann die Abweichung der absoluten von der technischen Induktivitätseinheit und rückwärts auch die ihrer Eichgrößen: der Kapazität und endlich des Wirkwiderstandes.

In England wurde ein anderer Weg eingeschlagen, doch führten die Untersuchungen kurz vor dem Weltkriege zu den gleichen Ergebnissen, nämlich daß die Abweichung etwa $5 \cdot 10^{-4}$ beträgt bei einer Unsicherheit von $1 \cdot 10^{-4}$. Über weitere Untersuchungen ist anscheinend noch nichts veröffentlicht worden.

Oben wurde schon die Eichung der Induktivität als der dritten Wechselstrom-Widerstandseinheit mit der Kapazität in der Brücke erwähnt. Doch treten bei ihr dieselben unliebsamen Nebenerscheinungen auf wie bei den Wechselstrom-Wirkwiderständen. Besonders ist es die Eigenkapazität, die sich nie unmeßbar klein machen läßt. Aber auch der ohmsche Widerstand mit seiner Frequenzabhängigkeit ist eine sehr unangenehme Nebenerscheinung, die die Normalinduktivitäten nur bis zu bestimmten Frequenzen hinauf praktisch genau genug gelten lassen. Darüber hinaus sind stets Berichtigungen notwendig, die stark frequenzabhängig sind. Die zeitliche Konstanz dieser Normalen liegt bei denselben Vorsichtsmaßnahmen wie bei den Kondensatoren innerhalb der Meßgenauigkeit, die unter Berücksichtigung aller Nebenerscheinungen etwa $1 \cdot 10^{-5}$ beträgt.

a Normalstimmgabel c Elektronenröhre
b Anoden- und Gitterbatterie d Ausgangsübertrager

Abb. 1. Normalstimmgabel-Röhrengenerator.

Das wichtigste Normal der neuzeitlichen Elektrotechnik ist das der Frequenz. Seine neueste Form ist von grundlegender Bedeutung für die gesamte Meßtechnik, konnte doch mit seiner Hilfe die Genauigkeit des Zeitnormals (Grundeinheit!) um mehrere Zehnerpotenzen gesteigert werden. Deshalb soll im folgenden auf die Entwicklung der beiden Normale und deren heutige Darstellung näher eingegangen werden.

Zeit und Frequenz stehen in engster Beziehung zueinander; denn die Frequenz ist als die Anzahl der Schwingungen in der Sekunde definiert. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, daß die Schwingungen konstant und keinen zeitlichen Änderungen unterworfen sind. Die Bestimmungsgenauigkeit der Frequenz wird danach um so höher, je größer man die Beobachtungszeit wählt.

Anfangs benutzte man zur Erzeugung und Vergleichung von Frequenzen einen umlaufenden Wechselstromgenerator, dessen Drehzahl man möglichst konstant[10]) hielt. Auch verwandte man zerhackten Gleichstrom zur Darstellung der Frequenz; doch ließ sich die Genauigkeit nur wenig über $1 \cdot 10^{-4}$ steigern. Man hatte freilich bei dem letzten Verfahren den Vorteil, daß ein ganzes Gemisch von harmonischen Schwingungen entstand, so daß man auf diese Weise eine Frequenzskala erhielt, aus der sich jede dieser Frequenzen durch Aussieben allein erhalten ließ. Zur Steuerung eines solchen Unterbrechers benutzte man teilweise einen Elektromotor[8]), teilweise auch eine Stimmgabel.

Wesentlich günstiger wurde es, als man dazu überging, die mechanischen Stimmgabelschwingungen unmittelbar in elektrische umzusetzen. Dabei vermied man gleichzeitig das lästige Anschlagen der Stimmgabel in einer Selbsterregeranordnung, wie sie Abb. 1 darstellt. Solche Ausführungen wurden von W. H. Eules u. W. Jordan[13]) und in noch verbesserter Form von E. Eckhardt, J. C. Kacher und M. Kaiser[14]) vorgeschlagen. Wenn auch diese Anordnungen in einfacher Weise ausführbar sind, so stellte sich doch eine ganze Reihe von Mängeln heraus. Die Frequenz wird beeinflußt durch die Temperatur, die Anodenspannung, die Heizspannung, die Vormagnetisierung der Stimmgabel, die Konstanz der Elektronenröhre und nicht zuletzt durch die Größe der entnommenen Energie. Sehr eingehende Untersuchungen wurden von D. Dye durchgeführt, der eine Frequenzkonstanz von 1 bis $2 \cdot 10^{-5}$ erreichen konnte. Dabei wurde eine Elinvar-Stimmgabel benutzt, die einen Temperaturkoeffizienten von nur $4{,}7 \cdot 10^{-6}$ je Grad Celsius hat.

a Elektronenröhren; b u. d ohmsche Widerstände; c Drehkondensatoren zur Abstimmung der Grundschwingung; e Anodenbatterie

Abb. 2. Multivibrator nach Abraham und Bloch.

Eine größere Bedeutung erlangte der Stimmgabelnormalfrequenzgenerator noch durch den sogenannten Multivibrator nach H. Abraham und E. Bloch[15]). Dies ist ein Generator, der die Erzeugung von hörbaren Frequenzen gestattet, die stark oberwellenhaltig sind (Abb. 2). Es bereitet keine Schwierigkeiten dabei, noch Schwingungen im hochfrequenten Gebiete zu erhalten, deren Höhe sich mit einem Thomsonschen Schwingungskreis bestimmen läßt. Freilich ist dabei zu berücksichtigen, daß der Multivibrator nur gedämpfte Schwingungen liefert und die Dämpfung in die Thomsonsche Frequenzformel eingeht. Doch liegt diese Korrektur bei guten Frequenzmessern nur in der Größenordnung von einigen Zehntausendsteln.

Steuert man gemäß dem Bericht von W. H. F. Griffith[16]) die Grundschwingung mit einem Stimmgabel-Normalfrequenzgenerator, so erreicht man auch bei den Hochfrequenzschwingungen eine Konstanz von einigen Hunderttausendsteln. Auch wurde eine ganze Reihe von Vorschlägen ausgeführt, bei denen die Grundfrequenz des Stimmgabelgenerators durch Stromverzerrungen an der Röhrenkennlinie in mehreren derartigen hintereinandergeschalteten Stufen bis zu Frequenzen von 10^7 Hz ausgenutzt wurde[17]). Derartige Normalfrequenzsender haben sich sehr gut bewährt. Der Nachteil war aber, daß nur bestimmte Frequenzen erzeugt wurden. Man konnte nur mit einem Hilfssender durch Überlagerung eine Normalfrequenz herstellen oder die auftretenden Schwebungen messen. Deshalb hat man auch versucht, Sender mit einer stetigen Skala herzustellen, bei denen man bei jeder Messung die jeweils auftretenden Fehler durch kleine Zusatzkapazitäten ausglich, indem man jedesmal neu eichte. Eine solche Ausführung ist in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von Grüneisen und Merkel[18]) als Normalfrequenzmesser entwickelt worden. Die Genauigkeit der Frequenzen betrug hier etwa $1 \cdot 10^{-4}$.

Infolge der dauernd wachsenden Zahl der Rundfunksender wurde aber eine größere Frequenzkonstanz und Meßgenauigkeit ein dringendes praktisches Bedürfnis. Der bis vor einigen Jahren in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt fast ausschließlich benutzte Normalfrequenzmesser[19]) [20]) [21]) [22]) bestand aus absolut geeichten Normalkapazitäten und Induktivitäten. Die Frequenz wurde dann nach der Thomsonschen Formel berechnet. Durch die konstruktive Durchbildung und die Einstellung nach der neuen Resonanzbrückenanzeige von E. Giebe und E. Alberti[19]) ließ sich die Unsicherheit teilweise auf etwa $1 \cdot 10^{-5}$ herabdrücken. Doch war die Handhabung recht umständlich.

Auf eine sehr einfache Weise erreicht man heute dieselbe Genauigkeit mit den von E. Giebe und A. Scheibe[23]) [24]) [25]) in der PTR entwickelten Quarzleuchtresonatoren, deren Anwendung heute wohl das bequemste und sicherste Verfahren zur Frequenzbestimmung ist. Die Grundlage hierzu ist der von I. u. P. Curie an Turmalinkristallen entdeckte direkte und reziproke Piezoeffekt, dessen Vorhandensein auch an vielen anderen Kristallen nachgewiesen wurde[26]) [27]). Wird aus einem solchen Kristall in Richtung bestimmter Achsen ein Stück herausgeschnitten (Abb. 3), in gewissen Richtungen zusammengedrückt und entlastet, so entstehen an gewissen Kristallflächen elektrische Ladungen, deren Vorzeichen durch Zusammendrücken oder Entlastung gegeben sind. Das Umgekehrte tritt ein, wenn man auf diese Flächen Ladungen aufbringt; dann wird der Kristall in bestimmten Richtungen verkürzt oder verlängert. Wechselt man nun dauernd die Ladungen, so wird der Kristall im selben Rhythmus seine geometrischen Größen ändern, er gerät also beim Anlegen einer Wechselspannung in mechanische Schwingungen. Dabei sind diese bei einigen Frequenzen besonders kräftig, nämlich an den Stellen, wo der Kristall gemäß seinen geometrischen Abmessungen in Eigenschwingungen erregt wird. Sie treten in drei Arten auf: als Dehnungs-, Biegungs- und Drillungsschwingungen (Longitudinal-, Transversal- und Torsionalschwingungen).

a—a mechanische Achse
b—b elektrische Achse
c—c optische Achse

Abb. 3. Quarzkristall, in dem ein Curie-Schnitt angegeben ist.

Eingehende Untersuchungen und mathematische Abhandlungen[28]) [29]) [30]) [31]) darüber liegen sehr zahlreich vor. Durch geeignete Bemessung der Kristallstäbe oder -platten läßt sich also jede beliebige Frequenz erzeugen oder nachweisen. Für die Technik von hauptsächlichster Bedeutung sind longitudinale Schwingungen, die auch bis zur 20. oder 30. Oberschwingung[28]) noch nachgewiesen werden können. Die Verfahren dazu sind sehr mannigfach, doch ist bei qualitativen Messungen die von Giebe und Scheibe[23]) [24]) [25]) [35]) zuerst angegebene Art wohl die beste. Sie benutzen die bei Resonanz zwischen elektrischer und mechanischer Schwingung an gewissen Flächen auftretenden hohen Spannungen, um im luftverdünnten Raum Leuchtwirkungen hervorzurufen, die auch gleichzeitig zur unmittelbaren Bestimmung des Grades der Oberschwingung dienen.

Die besondere Bedeutung haben die piezoelektrischen Erscheinungen gewisser Kristalle nun dadurch erreicht, daß sie Schwingungen sehr konstanter Frequenz herzustellen gestatten und anderseits Schwingungskreisen mit sehr kleiner Dämpfung[34]) [35]) identisch sind, wie sie sonst nicht hergestellt werden können. So dienen denn solche

Kristalle, besonders Quarz, einmal dazu, die Frequenz von Sendern zu stabilisieren[31] [32] [33] und zum andern als Frequenznormale[23] [24] [25] [35]. Eine Eigenschaft macht sich dabei noch sehr störend bemerkbar, und zwar die Temperaturabhängigkeit[30] [31] [36]. Das ist sehr leicht erklärlich, da ja die Eigenfrequenz der Kristalle durch die geometrischen Abmessungen bedingt ist. Doch läßt sich der Temperaturkoeffizient durch bestimmte Orientierung des Quarzstabes praktisch zu Null[30] machen.

a Steuerquarz im abgeschirmten Gehäuse und Thermostaten b abgeschirmter Steuersender c abgeschirmter Sendeverstärker

Abb. 4. Hauptteil der Quarzuhr in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bei den Leuchtresonatoren erreicht man ohne Berücksichtigung der Temperatur Genauigkeiten von $1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ der Frequenz[35], die man aber auch bei einfach temperaturgeregelten Quarzstäben bekommt. Diese beiden Arten sind also gleichwertig. Bei einer internationalen Vergleichung 1924 erzielte man eine Übereinstimmung[21] bis auf $4 \cdot 10^{-5}$, doch sind auch diese Abweichungen heute schon viel kleiner ($1 \cdot 10^{-8}$). Die höchste bisher mit solchen Kristallen unmittelbar gesteuerte Frequenz war $1{,}5 \cdot 10^{8}$ Hz[36].

Abb. 5. Frequenzteilerstufen der Quarzuhr der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Schwierigkeiten bei den absoluten Frequenzmessungen mit einer derartig hohen Genauigkeit machte bisher die Zeitbestimmung. Die besten Normaluhren ergaben immer noch eine tägliche Abweichung von etwa 1 bis $2 \cdot 10^{-3}$ s. So lag denn der Gedanke nahe, umgekehrt die Zeit durch die Frequenz solcher quarzgesteuerter Generatoren zu überwachen. Eine erste Veröffentlichung darüber brachte Marrison[37].

Doch waren seit mehreren Jahren Versuche darüber auch schon in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Gange. Und so kann denn die von Scheibe und Adelsberger[38] [39] [40] [41] entwickelte Quarzuhr wohl als das genaueste Instrument der gesamten Meßtechnik bezeichnet werden, denn sie gestattet die Frequenz über längere Zeiträume auf $1 \cdot 10^{-8}$ genau zu messen. Bei kurzzeitigen Beobachtungen ergeben sich sogar Genauigkeiten von $1 \cdot 10^{-9}$. Diese Quarzuhr ist heute unser Zeit- und Frequenznormal, auf das alle Messungen bezogen werden.

Zur Steuerung dient ein Leuchtquarz von 60 000 Hz, dessen Temperatur in einem mehrstufigen Thermostaten auf $^{1}/_{1000}$ ° C genau gehalten wird. Die vom Steuersender (Abb. 4) gelieferte Spannung wird einem zweistufigen Verstärker zugeführt, um sie dann an die 3 Frequenzteilerstufen (Abb. 5) abzugeben, die ihrerseits 10 000, 1000 und 333, bei den neueren Uhren 250 Hz liefern. Jede Frequenzteilerstufe ist ein rückgekoppelter Röhrengenerator, der so abgestimmt und aufgebaut ist, daß seine Grundschwingung durch seine 6., 10., 3. bzw. 4. Oberschwingung in einem verhältnismäßig großen Bereiche (± 4 %) von der aus der vorhergehenden Stufe gelieferten Frequenz mitgenommen wird. Die niedrigste Frequenz steuert dann einen Synchronmotor, der einen Umdrehungszähler und einen Zeitkontakt zur Vergleichung mit der Sternwartenzeit betätigt.

Die Ausführung dieser Uhren ist derart gut, daß sie in mehrjährigem Betrieb keinen Anlaß zu Beanstandungen boten. Die Stromversorgung erfolgt aus Akkumulatoren über Kontrollinstrumente und muß von Hand geregelt werden. Das ist verhältnismäßig einfach, weil z. B. die Abhängigkeit der Frequenz von der Anodenspannung des Steuersenders nur $1 \cdot 10^{-8}$ je Volt beträgt. So besitzen wir durch diese Uhr heute vier Normalfrequenzen von bisher nie erreichter Genauigkeit. Vergleichungen mit dem National Physical Laboratory (England) ergaben eine Übereinstimmung von $1 \cdot 10^{-8}$. Einige größere Firmen und Institute sind sogar über besondere Kabelleitungen an die Quarzuhren angeschlossen, um jederzeit eine Normalfrequenz zur Verfügung zu haben.

Neuerdings hat man auch versucht, stetig-veränderliche Quarzresonatoren[42] herzustellen, doch scheinen die bisher erzielten Ergebnisse noch wenig aussichtsreich, so daß wohl die Frequenzteilung und ein Vergleich dieser geteilten Frequenz mit einer Normalfrequenz das genaueste Verfahren der Frequenzbestimmung vorläufig bleiben wird.

Zusammenfassung.

Die technischen Einheiten sind nach den Angaben der verschiedenen staatlichen Laboratorien heute auf 1 bis $5 \cdot 10^{-5}$ als sicher anzusehen. Dagegen ist die absolute Einheit des Widerstandes und deren abgeleitete Größen nur auf $5 \cdot 10^{-4}$ genau bekannt. Das ist zunächst ein Nachteil bei der allgemein beabsichtigten Umstellung auf das absolute Maßsystem. Man wird also hier zunächst einen Übergang mit einer technischen Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ schaffen und diesen Wert, soweit es die Meßtechnik gestattet, der genauen absoluten Größe angleichen müssen.

Wesentlich günstiger liegen die Ergebnisse bei der Darstellung der Frequenz, die auf $1 \cdot 10^{-8}$ und über kleinere Zeiträume auf $1 \cdot 10^{-9}$ genau anzunehmen sind, wobei die Zeit, eine der drei Grundeinheiten, zwangsläufig ebenso genau gemessen wird. Das führte zum Bau von Quarzuhren, die heute die genauesten Zeitmesser bilden.

Auszug aus dem Schrifttum.

[1] H. v. Steinwehr, Über die geschichtliche Entwicklung der elektrischen Einheiten. Z. Instrumentenkde. 50 (1930) S. 29.

[2] H. v. Steinwehr u. A. Schulze, Die Quecksilbernormale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm. Fortsetzung V. Mitt. d. Physikalisch-Technischen Reichsanstalt 1927.

[3] H. v. Steinwehr u. A. Schulze, Neubestimmung der internationalen elektrischen Widerstandseinheit. Ann. Physik 87 (1928) S. 769.

[4] H. v. Steinwehr, Über die Belastbarkeit von Normalwiderständen in Petroleum und Luft. Z. Instrumentenkde. 54 (1934) S. 48.

[5] Bericht über die Tätigkeit der PTR im Jahre 1933. 82. Dritte Tagung des Comité Consultatif d'électricité et de photometrie. Physik. Z. 35 (1934) S. 217.

[6] H. v. Steinwehr u. A. Schulze, Nachprüfung der EMK des internationalen Westonelementes mit Hilfe des Silbervoltameters. Z. Instrumentenkde. 42 (1922) S. 221.

[7] H. v. Steinwehr u. A. Schulze, Neubestimmung der EMK des internationalen Westonelementes. Z. Instrumentenkde. 52 (1932) S. 249.

[8] E. Giebe, Normalkondensatoren und ihre absolute Messung. Z. Instrumentenkde. 29 (1909) S. 269.

[9] E. Giebe u. G. Zickner, Über die Kapazitätsnormale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Z. Instrumentenkde. 53 (1933) S. 1, 49, 97.

[10] E. Giebe, Ein empfindlicher Drehzahlregler für Elektromotoren. Z. Instrumentenkde. 52 (1932) S. 345.

[11] E. Grüneisen u. E. Giebe, Eine neue Bestimmung der absoluten elektrischen Widerstandseinheit. Ann. Physik 63 (1920) S. 179.

[12] E. Grüneisen u. E. Giebe, Eine neue Bestimmung der absoluten elektrischen Widerstandseinheit. Wiss. Abh. Physik.-techn. Reichsanst. 5 (1920) S. 1.

[13] W. C. Eccles u. F. W. Jordan, Sustaining the vibration of a tuning fork by a triode valve. Electrician 82 (1919) S. 704.

[14] E. A. Eckhardt, F. C. Karcher u. M. Kaiser, An electron tube tuning-fork drive. J. Opt. Soc. Amer. 6 (1922) S. 949.

[15] H. Abraham u. E. Bloch, Mesure en valeur absolue des periodes des oscillations électriques de haute fréquence. Ann. Physique 11 (1919) S. 237.

[16]) W. H. F. Griffith, A standard multivibrator wavemeter. Wirel. Wld. 16 (1925) S. 309.

[17]) M. Mercier, Sur une nouvelle méthode de détermination de la période des oscillations électriques de haute fréquence. Ann. Physique 19 (1923) S. 248.

[18]) E. Grüneisen u. E. Merkel, Ein Röhrensender als Normaltonskala. Z. Physik 2 (1920) S. 277.

[19]) E. Giebe u. E. Alberti, Absolute Messung der Frequenz elektrischer Schwingungen. Ein Normalfrequenz- und Wellenmesser. Z. techn. Physik 6 (1925) S. 92.

[20]) E. Giebe, E. Alberti u. G. Leithäuser, Zwischenstaatliche Messungen der Wellenlänge von Großfunksendern. Elektr. Nachr.-Techn. 3 (1926) S. 126.

[21]) E. Giebe u. A. Scheibe, Internationale Vergleichung von Frequenznormalen für elektrische Schwingungen. Hochfrequenztechn. 33 (1929) S. 176.

[22]) E. Alberti u. G. Leithäuser, Eine neue Indikatormethode zur Wellenlängenmessung an Empfängern und ihre Anwendung zur Bestimmung der Betriebswellenlänge einiger Radiostationen. ETZ 44 (1923) S. 1027.

[23]) E. Giebe u. A. Scheibe, Sichtbarmachung von hochfrequenten Longitudinalschwingungen piezoelektrischer Kristallstäbe. Z. Physik 33 (1925) S. 335.

[24]) E. Giebe u. A. Scheibe, Leuchtende piezoelektrische Resonatoren als Hochfrequenznormale. ETZ 47 (1926) S. 380.

[25]) E. Giebe u. A. Scheibe, Transversalschwingende Leuchtresonatoren als Frequenznormale im Bereich von 1000 bis 20 000 Hertz. Hochfrequenztechn. 35 (1930) S. 165.

[26]) E. Giebe u. A. Scheibe, Eine einfache Methode zum qualitativen Nachweis der Piezoelektrizität von Kristallen. Z. Physik 33 (1925) S. 760.

[27]) A. Scheibe, Piezoelektrische Resonanzerscheinungen. Z. Hochfrequenztechn. 28 (1926) S. 15.

[28]) E. Giebe u. A. Scheibe, Piezoelektrische Erregung von Dehnungs-, Biegungs- und Drillungsschwingungen bei Quarzstäben. Z. Physik 46 (1928) S. 607.

[29]) F. R. Lack, G. W. Willard u. F. E. Fair, Some improvements in quartz crystal circuit elements. Bell Syst. techn. J. 13 (1934) S. 453.

[30]) W. P. Mason, Electrical wave-filters employing quartz crystal as elements. Bell Syst. techn. J. 13 (1934) S. 405.

[31]) F. R. Lack, Observations on modes of vibration and temperature coefficients of quartz crystal plates. Proc. Inst. Radio Engr. 17 (1929) S. 1123.

[32]) D. W. Dye, The piezo-electrican quartz resonators and its equivalent electrical circuit. Proc. Phys. Soc., Lond., 38 (1926) S. 399.

[33]) A. Hund, Uses and possibilities of piezoelectric oscillators. Sonderdruck der Proc. Inst. Radio Engr. 1926.

[34]) H. Straubel, Kristallsteuerung für ultrakurze Wellen. Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 4.

[35]) E. Giebe u. A. Scheibe, Über Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale. Hochfrequenztechn. 41 (1933) S. 83.

[36]) H. Straubel, Schwingungsform und Temperaturkoeffizient von Quarzoszillatoren. Hochfrequenztechn. 38 (1931) S. 14.

[37]) W. A. Marrison, A high precision standard of frequency. Proc. Inst. Radio Engr. 17 (1929) S. 1103.

[38]) A. Scheibe u. U. Adelsberger, Eine Quarzuhr für Zeit und Frequenzmessung sehr hoher Genauigkeit. Physik. Z. 33 (1932) S. 835.

[39]) A. Scheibe u. U. Adelsberger, Frequenz und Gang der Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Meßergebnisse I. Ann. Physik 18 (1933) S. 1.

[40]) A. Scheibe u. U. Adelsberger, Die technischen Einrichtungen der Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Hochfrequenztechn. 43 (1934) S. 37.

[41]) U. Adelsberger, Zeit- und Frequenzmessung hoher Genauigkeit. Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 83.

[42]) Zacek u. V. Petrzilka, Über keilförmige piezoelektrische Resonatoren. Hochfrequenztechn. 46 (1935) S. 157.

[43]) Berichte über die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt 1923 bis 1934.

Pegelschnellschreiber für akustische Messungen.

621. 317. 39 : 534. 8

Zur Aufzeichnung von Schallvorgängen standen bisher nur das Phonodeik — bzw. eine seiner Abarten — und Anordnungen, die sich aus einem Mikrophon, evtl. einem Verstärker und einem Oszillographen zusammensetzen, zur Verfügung. Mit diesen Vorrichtungen können die Wellenformen der Schallvorgänge aufgenommen werden. Für viele akustische Arbeiten — wie z. B. die Bestimmung der Nachhallzeit — ist indessen die Kenntnis der Wellenform unwesentlich, während es anderseits wichtig ist, den Verlauf der Schallstärke über einen großen Bereich mit hoher Geschwindigkeit zu verfolgen. Man hat nunmehr Geräte gebaut, die Schallstärkeschwankungen bis zu 850 db/s in einem Bereich von 90 db aufzuzeichnen vermögen. Die Wirkungsweise eines derartigen Pegelschnellschreibers ist folgende[1]): Eine von einem Mikrophon gelieferte Spannung, deren Verlauf in logarithmischem Maßstab aufgezeichnet werden soll, liegt am Eingang eines Verstärkers *a*. Der Ausgang dieses Verstärkers ist über einen logarithmisch unterteilten Spannungsteiler[2]) mit dem Eingang eines zweiten Verstärkers *b* verbunden, an dessen Ausgang ein Gleichrichter *d* und ein besonders gestalteter Kontrollkreis liegen. Ein aus dem Wechselstromnetz betriebener Synchronmotor liefert die Kraft zur Bewegung des Spannungsteilerabgriffes. Mit Hilfe einer elektromagnetischen Umsteuerungsvorrichtung *g*, *h* wird die Bewegungsrichtung dieses Abgriffs dauernd so geregelt, daß die Ausgangsleistung der letzten Verstärkerstufe konstant bleibt; seine Stellung ist daher das (logarithmische) Maß für die am Eingang des Pegelschreibers liegende Spannung. Die Bewegung des Spannungsteilerabgriffs wird auf einen Griffel übertragen, der den Verlauf auf einen vom Synchronmotor bewegten Registrierstreifen *i* aufzeichnet. Der Registrierstreifen besteht aus farbigem mit einer dünnen Wachsschicht überzogenem Papier; dort, wo der Griffel die Oberfläche berührt, wird die Wachsschicht abgeritzt, so daß die Kurve als dunkler Linienzug auf hellem Grund erscheint.

a, *b*, *c* Verstärker; *d* Gleichrichter und Kontrollkreis; *e*, *f* Potentiometer; *g*, *h* Kupplungen; *i* Registrierstreifen

Abb. 1. Schematische Darstellung des Pegelschnellschreibers.

Dieser Pegelschnellschreiber eignet sich besonders für Messungen der Nachhallzeit. Um die bekannten Unregelmäßigkeiten des Abfalls der Schallstärke zu verringern, sind eine Reihe von Maßnahmen, wie z. B. die Anwendung eines Heultones, die Aufstellung einer umlaufenden Luftschraube im Versuchsraum, die Benutzung mehrerer im Versuchsraum verteilter Mikrophone u. ä., empfohlen worden. Diese Anordnungen wurden einzeln und kombiniert angewendet und die Messungen über verschieden große Schallstärkebereiche erstreckt. Keines dieser Verfahren hat einen besonderen Vorzug vor dem andern; trotzdem ist es empfehlenswert, mehrere Verfahren unter gleichbleibenden Bedingungen anzuwenden und die gewonnenen Ergebnisse zu mitteln. Auf jeden Fall ist es von entscheidender Wichtigkeit, den Schallstärkebereich so groß wie irgend angängig zu machen. *Gff.*

[1]) Wente, Bedell u. Swartzel, J. acoust. Soc. Amer. 6 (1935) S. 121 u. 131.

[2]) In der Ausführung nach Abb. 1 sind zwei Spannungsteiler (*e* und *f*) und eine weitere Verstärkerstufe (*c*) vorgesehen.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1936.

Während der 38. Mitgliederversammlung des VDE im September 1936 sollen wieder wie bisher Fachberichte gehalten werden.

Anmeldungen von Berichten mit einer kurzen Inhaltsangabe (etwa 15 Zeilen) bitten wir unter Bekanntgabe von Namen und Anschrift des Vortragenden bis spätestens zum **10. Februar 1936** einzusenden.

Bei der Auswahl der Berichte wird bei sonst gleicher Eignung die Mitgliedschaft der Vortragenden beim VDE berücksichtigt.

Es ist damit zu rechnen, daß die VDE-Fachberichte 1936 schon **vor** der Tagung, etwa im August, erscheinen und den Teilnehmern an der Tagung zur Vorbereitung der Aussprachen zugestellt werden. Weitere Angaben über die Ausgestaltung der diesjährigen Fachberichte gehen den Anmeldenden rechtzeitig zu.

ETZ-Einbanddecken 1935.

Für den Jahrgang 1935 stellen wir den Beziehern der ETZ wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahrsband einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf das Postscheckkonto des VDE: Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk hinzufügen: „ETZ-Einbanddecken"). Bei schriftlicher Bestellung erfolgt der Versand unter Nachnahme zuzüglich der Unkosten hierfür.

Ausschuß für Explosionsschutz.

Entwurf 1.

VDE 0166/19...

Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben[1]).

Inhaltsübersicht.

Die Errichtung elektrischer Anlagen in Sprengstoffbetrieben bedarf der Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde (Gewerbeaufsicht) und der Berufsgenossenschaft.

I. Gültigkeit.

§ 1.

G e l t u n g s b e g i n n.

a) Diese Vorschriften treten am .... in Kraft[2]).

[1]) Diese Vorschriften sind bei sinngemäßer Anwendung auch Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen in Räumen, die für sich explosible Staube enthalten, aber nicht als gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben gelten.

[2]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im ...... 19.. — Veröffentlicht: ETZ 1936, S. 105 und . . .

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Explosionsschutz.

In VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" ist in einer Fußnote 2 angekündigt, daß Sonderbestimmungen für „Räume, in denen explosible Stoffe (Spreng- und Zündstoffe) hergestellt oder gelagert werden, oder in denen Staube entstehen, die für sich explosibel sind" in Vorbereitung seien.

Der eingesetzte Unterausschuß „Sprengstoffbetriebe" hat diese Sonderbestimmungen ausgearbeitet, die nachstehend als E n t w u r f 1 zu

VDE 0166/19.. „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben"

bekanntgegeben werden.

Diese Arbeit VDE 0166 soll abweichend von VDE 0165 als V o r s c h r i f t herausgegeben werden, da angestrebt wird, in Zukunft alle VDE-Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen als Vorschriften herauszugeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. März 1936 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungs-Transformatoren.

Der in ETZ 54 (1933) S. 266 veröffentlichte Entwurf zu

„Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R.E.T.K."

ist auf Grund der hierzu ergangenen Äußerungen überarbeitet und in der nachstehenden Form verabschiedet worden. Der neue Wortlaut von

VDE 0550/1936 „Vorschriften für Bau und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung"

wurde vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und zum 1. 1. 1937 in Kraft gesetzt. Einer Anwendung dieser Vorschriften bereits im Jahr 1936 steht nichts im Wege, jedoch konnten die Vorschriften im Hinblick auf erhebliche Lagerbestände allgemein nur mit einer Karenzzeit von einem Jahr in Kraft gesetzt werden.

Am 1. 1. 1937 verlieren die bisherigen Fassungen von

VDE 0550/1929 „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K. (mit Erklärungen)"

sowie

VDE 0549/1921 „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)"

ihre Gültigkeit.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben.

b) Diese Vorschriften sind durch VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" sinngemäß zu ergänzen, wenn in den gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben außerdem eine Explosionsgefahr nach VDE 0165 vorliegt.

c) Diese Vorschriften gelten dagegen nicht für Räume in Sprengstoffbetrieben, in denen nur Explosionsgefahr nach VDE 0165 vorliegt.

Diese Vorschriften sind Ausführungsbestimmungen zu:

§ 35 von VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S.1.",

§ 26 von VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S.2." und

§ 29 von VDE 0800/1935 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.".

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben sind:

1. Räume oder sonstige Stellen, in oder an denen Sprengstoffe (Sprengmittel, Schießmittel, Zündmittel, Feuerwerkskörper usw.) hergestellt, be- oder verarbeitet oder gelagert werden.
2. Benachbarte Räume, die mit den unter 1. genannten Räumen dauernd oder zeitweise, z. B. durch Türen, Fenster, Mauerdurchbrüche, Kanäle usw., in Verbindung stehen oder gebracht werden können, wenn in den unter 1. genannten Räumen Staube, Sublimate oder Dämpfe von explosiblen Stoffen auftreten.

III. Allgemeine Bestimmungen.

§ 4.

a) Elektrische Anlagen in Sprengstoffbetrieben müssen den sonstigen Bestimmungen des VDE entsprechen und, wie folgt, ausgeführt sein:

1. Die Temperatur von Anlageteilen muß durch ausreichende Bemessung oder selbsttätige Begrenzung stets genügend weit unter der Zünd- oder Zersetzungstemperatur des explosiblen Stoffes liegen;
2. Anlageteile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, müssen zweckentsprechend explosionsgeschützt sein;
3. Anlageteile, an denen nur bei Defekten Funken auftreten können, sind derart auszuwählen, zu bemessen und anzuordnen oder mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen zu versehen, daß Defekte möglichst ausgeschlossen sind.

Empfohlen wird, Anlageteile mit betriebsmäßig nicht funkengebenden Teilen und mit den besonderen Zwecken entsprechenden Bauformen zu verwenden.

IV. Einzelbestimmungen.

Den Bestimmungen in § 4 wird durch die Maßnahmen in § 5 und die Verwendung der in §§ 6 und 7 genannten Anlageteile genügt.

§ 5.

Allgemeines.

a) Elektrische Anlageteile sind so anzuordnen, daß ein Eindringen explosibler Stoffe verhindert, eine Ablagerung auf den Oberflächen auf ein Mindestmaß beschränkt wird und eine leichte Reinigung möglich ist.

b) Verbindungen Spannung führender Teile dürfen nur durch gesicherte Verschraubung hergestellt werden.

c) Meßgeräte, Signal- und Fernmeldeanlagen sind auf die für eine gesicherte Betriebsführung erforderliche Art und Anzahl zu beschränken.

d) Verteileranlagen, Transformatoren, Sicherungen und Steckvorrichtungen dürfen in den gefährdeten Räumen nicht angebracht werden.

e) Elektrische Anlageteile müssen auch außerhalb der gefährdeten Räume an Stellen, an denen sie Beschädigungen ausgesetzt sind, besonders geschützt werden.

f) Isolierstoffe für Dichtungen, Schutzhüllen u. dgl. müssen so beschaffen oder eingebaut sein, daß sie durch Flüssigkeiten oder Dämpfe nicht zerstört werden können.

§ 6.

Anlageteile für ortsfesten Einbau.

a) Leitungen:

1. Festverlegte Leitungen: Bleikabel, kabelähnliche Leitungen.
2. Leitungen zum Anschluß beweglicher Geräte: Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH oder gleichwertiger Bauart.

b) Maschinen: Kurzschlußläufermotoren in Verbindung mit Überlastungsschutz, wie z. B. Motorschutzschalter, in:

1. geschlossener Bauart P 33, Klemmen P 44.
2. geschlossener Bauart P 33 mit Fremdbelüftung unter Überdruck, Klemmen P 44.

c) Schalt- und Steuergeräte in:

1. gekapselter Bauart P 44.
   Das Öffnen der Kapselung darf nur mit Werkzeugen möglich sein.
2. ölgekapselter Bauart P 33 e o.

d) Leuchten:

1. Für Räume, außer solchen mit staubenden oder sublimierenden Sprengstoffen:
   Bauarten mit geschlossener Leitungseinführung, die mit geschlossenem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit widerstandsfähigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen sein müssen.
2. Für sämtliche Räume mit staubenden oder sublimierenden Sprengstoffen:
   Bauarten mit abgedichteter Leitungseinführung, die mit geschlossenem, abgedichtetem und genügend dickem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit widerstandsfähigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen und so verschlossen sein müssen, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funken, die beim Lockern der Glühlampe im Betrieb entstehen, dürfen nur in einem explosionsgeschützten Raum auftreten können.

e) Signal- und Fernmeldeanlagen: in gekapselter Bauart P 44.

f) Meßgeräte: in gekapselter Bauart P 44.

g) Elektrowärmegeräte: in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz in gekapselter Bauart P 44.

§ 7.

Anlageteile für ortsveränderliche Verwendung.

a) Leitungen:
   Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH oder gleichwertiger Bauart.

b) Maschinen und Geräte:
   Wie für ortsfesten Einbau nach § 6 außer der Ölkapselung für Schaltgeräte nach § 6 c) 2.

c) Handleuchter:

1. Bauarten mit eigener Stromquelle für Spannungen, bei denen eine Zündung nicht möglich ist.
2. Bauarten für Spannungen, bei denen eine Zündung möglich ist, mit geschlossenem, abgedichtetem, genügend dickem Schutzglas und mit besonders widerstandsfähigem Schutzkorb, die so verschlossen sein müssen, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funken, die beim Lockern der Glühlampe im Betrieb entstehen, dürfen nur in einem explosionsgeschützten Raum auftreten können. Eingebaute Schalter dürfen die Handleuchter nicht enthalten.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

VDE 0550/1936.

Vorschriften für Bau und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1937 in Kraft[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Vorschriften gelten für die nachstehenden Transformatoren bis 3,5 kVA bei Einphasenstrom und bis 5 kVA bei Drehstrom zur Verwendung in Netzen mit Nenn-Betriebsspannungen bis 500 V.

A. Schutztransformatoren.

1. Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis 42 V zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung durch Herabsetzung der Betriebsspannung auf Kleinspannung, genannt Kleinspannungs-Transformatoren.
2. Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis 24 V zum Betrieb von Spielzeugen, genannt Spielzeug-Transformatoren.

B. Netzfernmelde-Transformatoren.

Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis 20 V zum Betrieb von Fernmeldeanlagen einfacher Art, genannt Klingeltransformatoren.

C. Sonstige Transformatoren.

1. Transformatoren zum Einbau in Kleingleichrichter (Röhren-, Trockengleichrichter), genannt Kleingleichrichter-Transformatoren.
2. Transformatoren zum Einbau in Netzanschlußgeräte, -empfänger und -verstärker, genannt Netzanschlußgeräte-Transformatoren.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Wicklungen und elektrische Begriffe.

Maßgebend sind die Begriffserklärungen von VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T.", soweit nicht im folgenden Abweichungen besonders angegeben sind, wie z. B. hinsichtlich der Nenn-Sekundärspannung, die auf induktionsfreie Belastung mit der Nennleistung bezogen wird.

§ 4.

Kriechstrecken und Schlagweiten.

Kriechstrecke ist der kürzeste Weg zwischen leitenden Stellen, auf dem längs der Oberfläche eines Isolierkörpers ein Stromübergang eintreten kann.

Schlagweite (Luftstrecke) ist der kürzeste Weg zwischen leitenden Stellen, auf dem durch die Luft ein Stromübergang eintreten kann.

§ 5.

Schutzarten.

Hinsichtlich der Schutzarten gilt das Normblatt DIN VDE 50.

§ 6.

Kurzschlußsicherheit.

Als kurzschlußsicher gilt ein Transformator, der bei Überlastungen bis zum Klemmenkurzschluß keine über die zulässigen Grenzwerte ansteigende Erwärmung erfährt.

Zu unterscheiden ist:

1. Unbedingte Kurzschlußsicherheit mittels inneren Spannungsabfalles.
2. Bedingte Kurzschlußsicherheit mittels Stromsicherungen oder Selbstschalter, die den Primär- oder Sekundärstrom des Transformators abschalten.

III. Allgemeine Bestimmungen für sämtliche Transformatoren.

§ 7.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Die nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen, sofern an ihnen eine höhere Spannung als 42 V auftreten kann, im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt und die zu diesem Zwecke vorgesehenen Abdeckungen zuverlässig befestigt sein.

Lackierung, Emaillierung oder Eloxierung allein gelten nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes. Bei Einbautransformatoren kann das Gerätegehäuse den Berührungsschutz bilden.

§ 8.

Bauteile und bauliche Maßnahmen.

a) Transformatoren sowie allenfalls eingebaute Schalter, Sicherungen, Steckvorrichtungen u. dgl. einschließlich ihrer Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen den im Betrieb durch elektrische Feuererscheinungen, Wärme, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse auftretenden Beanspruchungen standhalten.

b) Die in Tafel I angegebenen Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Januar 1936. — Veröffentlicht: ETZ 54 (1933) S. 266 und 57 (1936) S. 107.

T a f e l I. Kriechstrecken und Schlagweiten in Millimeter.

Nennspannung	bis 42 V	bis 380 V	bis 550 V
Kriechstrecke	2	3	5
Schlagweite zwischen Teilen verschiedener Polarität	1	2	3
Schlagweite zwischen Spannung führenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand	2	3	5

c) Die für die Einführung der Leitungen bestimmten Öffnungen müssen so ausgeführt sein, daß eine Verletzung der Isolierhülle dieser Leitungen ausgeschlossen ist.

d) Primärseitig festangebautes Installationsmaterial muß VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." entsprechen.

§ 9.

W ä r m e s i c h e r h e i t.

Die Transformatoren müssen zur Erzielung einer angemessenen Wärmesicherheit so bemessen sein, daß sie bei Nennbetrieb eine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur nicht annehmen können.

Für die im ordnungsgemäßen Dauer-Nennbetrieb höchstzulässigen Grenzwerte der Erwärmung und Temperatur gelten die Werte der Tafel II.

T a f e l II. Grenzerwärmung und -temperatur im Nennbetrieb.

Transformatorenteil		Grenzerwärmung	Grenztemperatur
Wicklungen mit Isolation aus Baumwolle, Seide, Kunstseide, Papier u. ähnlichen Faserstoffen	ungetränkt	50°	85°
	getränkt	60°	95°
Wicklungen mit Isolation aus Lack		60°	95°
Eisenkern		60°	95°
Alle anderen Teile		Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile	
Meßverfahren für Wicklungen: Berechnung aus Widerstandszunahme.			
Meßverfahren für Eisenkern und alle anderen Teile: Thermometermessung.			

§ 10.

K u r z s c h l u ß s i c h e r h e i t.

Soweit im folgenden für bestimmte Transformatorenarten Kurzschlußsicherheit vorgeschrieben ist, gilt folgendes:

1. Wird die Kurzschlußsicherheit durch inneren Spannungsabfall erreicht, so muß der Transformator derart gebaut sein, daß im Dauerbetrieb bei Überlastungen bis zum Klemmenkurzschluß und bei Nenn-Primärspannung die Erwärmung der Wicklungen die Werte der Tafel III nicht überschreitet.

T a f e l III. Grenzerwärmung und -temperatur im Kurzschluß.

Wicklungen mit Isolation aus		Grenzerwärmung	Grenztemperatur
Baumwolle, Seide, Kunstseide, Papier u. ähnlichen Faserstoffen	ungetränkt	90°	125°
	getränkt	100°	135°
Lack		120°	155°
Meßverfahren: Berechnung aus Widerstandszunahme.			

2. Transformatoren, die nicht unbedingt kurzschlußsicher ausgeführt sind, müssen einen entsprechenden Schutz durch Stromsicherungen oder Selbstschalter erhalten. Diese Schutzeinrichtungen müssen mit dem Transformator zusammengebaut sein, sofern der Transformator ortsveränderlich ist. Bei Verwendung von Spezialsicherungen muß die Verwendung von normalen Sicherungen unmöglich sein.

Sekundärseitig vorgesehener Schutz muß für alle zur betriebsmäßigen Stromentnahme bestimmten Anschlüsse wirksam sein.

In beiden Fällen ist eine nähere Angabe über die Kurzschlußsicherheit auf dem Leistungsschild des Transformators erforderlich (siehe § 27).

§ 11.

I s o l i e r f e s t i g k e i t.

Sofern nicht im folgenden für einzelne Transformatoren andere Prüfspannungen gelten, erfolgt die Prüfung der Isolierfestigkeit im allgemeinen als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen von VDE 0532. In dem besonderen Fall, daß es sich um Einbautransformatoren handelt, werden diese entsprechend den Bestimmungen für die in Frage kommenden Geräte (z. B. VDE 0804 „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Netzstrom führenden Fernmeldegeräten V. F. G. N." und VDE 0860 „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V. R. G.") geprüft.

§ 12.

A u f s c h r i f t e n.

Alle Transformatoren müssen ein Ursprungszeichen und mit Ausnahme der lediglich für Einbauzwecke bestimmten Kleingleichrichter- und Netzanschlußgeräte-Transformatoren ein Leistungsschild tragen, auf dem dauerhaft und gut leserlich die in §§ 27 und 39 aufgeführten Angaben enthalten sein müssen. Primäre und sekundäre Anschlüsse sind durch Angabe der Nennspannungen zu kennzeichnen, bei Einbautransformatoren jedoch nur dann, wenn die Transformatoren vom Gerät getrennt geliefert werden.

IV. Sonderbestimmungen für Schutztransformatoren.

A. Genormte Werte[2]).

§ 13.

S p a n n u n g e n.

T a f e l IV. Genormte Nennspannungen in Volt bei 50 Hz.

Betriebsspannung	Nenn-Primärspannung	Nenn-Sekundärspannung
24		**24**
42		**42**
125	125	gemessen b. induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung
220	**220**	
380	**380**	
500	500	
Die fettgedruckten Spannungen bedeuten Vorzugsspannungen, die in erster Linie empfohlen werden sowohl für Neuanlagen als auch für umfangreiche Erweiterungen.		

§ 14.

L e i s t u n g e n.

T a f e l V. Genormte Leistungen in Volt-Ampere bei 50 Hz.

Einphasenstrom			Drehstrom	
	100	1000		1000
	200	(2000)	150	1500
25				(2000)
	320	(3500)	300	
50	500		500	(3000)
				(5000)
			750	
Sonderreihe für Transformatoren mit Glühlampenbelastung:				
15	25	40	60	75
Die eingeklammerten Werte gelten für Spezialtransformatoren bei Einzelantrieben mit höheren Leistungen.				

B. Baubestimmungen.

§ 15.

S c h u t z a r t e n und S c h u t z g e g e n z u h o h e B e r ü h r u n g s s p a n n u n g.

a) Schutztransformatoren sind mindestens nach Schutzart P 20 auszuführen. Die Schutzart erstreckt sich jedoch nur auf Primäranschluß, Wicklungen und gegebenenfalls eingebautes Schutzzubehör (Selbstschalter, Sicherungen).

Bei den Schutzarten über P 20 sind auch die Sekundäranschlüsse entsprechend der Schutzart zu schützen. Sekundärseitig eingebautes Installationsmaterial muß in diesem Fall VDE 0610 entsprechen.

b) Zum Zwecke einer gegebenenfalls notwendig werdenden Erdung, Nullung oder Schutzschaltung als Schutz-

[2]) Hierauf ist die Begriffserklärung der „Vorschriften" nicht anwendbar.

maßnahme gegen Isolationsfehler auf der Primärseite muß ein diesbezüglich gekennzeichneter Schutzleitungsanschluß vorgesehen sein (siehe Entwurf DIN VDE 6208).

Der Schutz hat sich auf alle der Berührung zugänglichen Metallteile des Schutztransformators, die zwar betriebsmäßig nicht unter Spannung stehen, jedoch durch Schäden oder andere Unregelmäßigkeiten an der Primärseite eine Spannung gegen Erde annehmen können, zu erstrecken.

c) Wird zum Anschluß an das Netz eine Steckvorrichtung mit Schutzkontakt verwendet, so ist der Schutzkontakt stets über eine besondere in der Zuleitungsschnur mit den übrigen Leitungen gemeinsam geführte Schutzleitung mit dem Schutzleitungsanschluß zu verbinden; außerdem muß der Schutzkontakt geschlossen sein, bevor sich die übrigen Polkontakte berühren.

d) Bei Schutztransformatoren, die einen Teil eines einheitlichen Gerätes, z. B. eines Elektrowärmegerätes, bilden, muß eine Spannungsverschleppung von der Primärseite des Schutztransformators zu den der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes verhindert sein.

§ 16.

Netzanschluß.

Schutztransformatoren dürfen als Einphasentransformatoren nur einen 2-poligen, als Dreiphasentransformatoren nur einen 3-poligen Netzanschluß haben.

§ 17.

Verbrauchsanschluß.

Auf der Sekundärseite darf, sofern es nicht durch die besondere Anwendung, z. B. bei Elektrowärmegeräten und Spielzeugen, notwendig wird, nur eine Verbrauchsspannung, bei Drehstromtransformatoren kann jedoch außerdem noch die sekundäre Nullpunktsspannung herausgeführt werden.

Im Falle mehrerer Spannungsstufen müssen die Anschlüsse einzeln bezeichnet sein; falls die Ströme von dem Nenn-Sekundärstrom (bei der höchsten Spannungsstufe) abweichen, sind sie einzeln anzugeben.

§ 18.

Anzapfungen und Umschaltungen.

Um den Anschluß des Transformators für Netze verschiedener Spannungen einzurichten, können Anzapfungen oder Umschaltungen vorgesehen werden. Änderungen der bestehenden Schaltung sind nur durch den Hersteller oder die von ihm ausdrücklich ermächtigten Elektrizitätswerke und Selbstverbraucher zulässig. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten und von außen nicht zugänglichen Klemmenleiste geführt werden; die Betätigung muß von außen unausführbar sein.

Um am Verwendungsort Abweichungen der Netzspannung bis ± 7 % auszugleichen, können Anzapfungen vorgesehen werden. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten Klemmenleiste oder zu einem Umschalter geführt werden, die Betätigung muß von außen ausführbar sein, der Spannungswert der einzelnen Klemmen oder Schalterstellungen ist zu kennzeichnen.

§ 19.

Wicklungen.

Leitende Verbindungen dürfen weder zwischen Primär- und Sekundärwicklung noch zwischen Wicklungen und Gehäuse bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß dieser Forderung auch bei etwaigem Drahtbruch der Wicklungen genügt wird.

Unzulässig ist demnach die Verwendung nur eines einzigen Spulenkörpers mit aufgeschobenem Zwischenflansch. In diesem Falle kann nämlich der Draht zwischen Flansch und Spulenkörper von primär nach sekundär oder umgekehrt hinüberwandern. Handelt es sich dagegen um einen gepreßten Spulenkörper, bei dem Zwischenflansch und Körper aus einem Stück bestehen, so sind gegen diese Ausführung keine Bedenken zu erheben. Bei aufgeschobenem Zwischenflansch kann durch zusätzliche Zwischenlagen, die den Spalt abdecken, der Forderung, daß bei evtl. Drahtbruch Verbindung zwischen Primär- und Sekundärwicklung nicht auftritt, gleichfalls Genüge geleistet werden.

§ 20.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren müssen als primären Anschluß entweder fest mit ihnen verbundene Leitungen von höchstens 2 m Länge oder fest eingebaute Gerätestecker haben, die den VDE-Bestimmungen entsprechen.

Die Anschlußstellen der Leitungen müssen von Zug entlastet, gegen Verdrehung gesichert und die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen geschützt sein.

Steckvorrichtungen zur Abnahme von Unterspannungen müssen so ausgeführt sein, daß sie mit Steckvorrichtungen der Oberspannungsseite nicht zu verwechseln sind und auch beim Versuch, sie in oberspannungsseitige Steckdosen einzuführen, keine leitende Verbindung herzustellen vermögen.

§ 21.

Kurzschlußsicherheit.

Schutztransformatoren müssen entweder „unbedingt" oder „bedingt" kurzschlußsicher gebaut sein. Bei der bedingten Kurzschlußsicherheit sind Stromsicherungen oder Selbstschalter so zu bemessen, daß sie bei jeder Überlastung auslösen, bevor der Transformator eine höhere Übertemperatur als die in § 10, Tafel III, angegebenen Grenzerwärmungen erreicht.

Nennstromstärke und Bauart der Sicherung sind auf dem Leistungsschild anzugeben.

Bei der Bemessung der Sicherung ist auf die betriebsmäßig auftretenden Einschalt-Stromstöße Rücksicht zu nehmen.

§ 22.

Leerlaufspannung.

Bei „unbedingt kurzschlußsicheren" Transformatoren darf die Leerlaufspannung, ausgenommen Spielzeug-Transformatoren, 42 V nicht übersteigen.

Für Glühlampenbelastung sind Transformatoren mit unbedingter Kurzschlußsicherheit nur dann verwendbar, wenn die Verbrauchsleistung ungefähr mit der vollen Nennleistung des Schutztransformators übereinstimmt.

Bei Spielzeug-Transformatoren darf keine höhere Leerlaufspannung als 33 V auftreten, auch nicht durch Hintereinanderschaltung mehrerer, u. U. unabhängiger Spannungsstufen.

C. Prüfbestimmungen.

§ 23

Erwärmung.

Die Erwärmungsprobe wird im Nennbetrieb, also mit Nenn-Primärspannung, Nennleistung und Nennfrequenz vorgenommen.

Bei der Prüfung dürfen betriebsmäßige Abdeckungen oder Ummantelungen nicht geöffnet oder geändert werden. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen von VDE 0532.

Für die Grenzwerte der höchstzulässigen Erwärmung und Temperatur gelten die in § 9, Tafel II, angegebenen Werte.

Wegen der kleinen Zeitkonstante von Schutztransformatoren ist es im allgemeinen notwendig, bei der Temperaturmessung die Erwärmung auf den Zeitpunkt der Ausschaltung selbst zurückzubeziehen.

§ 24.

Kurzschlußsicherheit.

Zur Prüfung der Kurzschlußsicherheit sind im Anschluß an die Erwärmungsprobe Transformatoren mit unbedingter Kurzschlußsicherheit sekundärseitig kurzzuschließen und die Höchsterwärmung im Beharrungszustand zu messen. Bei Transformatoren, deren Höchsterwärmung bei einer Belastung zwischen Nennleistung und Kurzschluß auftritt, ist dieser Belastungsfall der Prüfung zugrunde zu legen.

Transformatoren mit bedingter Kurzschlußsicherheit sind im Anschluß an die Erwärmungsprobe im Nennbetrieb mit Überlastungen bis zum Kurzschluß zu belasten. Die Überlastungen sind zeitlich bis zur Abschaltung durch die Stromsicherungen oder bis zum Beharrungszustand auszudehnen und die hierbei auftretenden Höchsterwärmungen zu messen.

Die Höchsterwärmung darf in beiden Fällen die in § 10, Tafel III, angegebenen Grenzwerte nicht übersteigen.
Bei mehreren Spannungsstufen ist der Prüfung der ungünstigste Fall zugrunde zu legen.

§ 25.

Spannungsänderung.

Für Schutztransformatoren von 100 VA und mehr, die nicht nach § 6, 1. bzw. § 10, 1. als „unbedingt kurzschlußsicher" ausgeführt sind, ausgenommen Spielzeug-Transformatoren, soll die Spannungsänderung unmittelbar an der Wicklung bei induktionsfreier Belastung zwischen Nennleistung und 15 W nicht mehr als 5 % der Nenn-Sekundärspannung betragen. Bei der Prüfung ist der Transformator vorher mit der Nennleistung bis zum Beharrungszustand zu belasten.

§ 26.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen von VDE 0532, jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 2500 V.

Mit Ausnahme der Schutzart P 20 müssen die Schutztransformatoren die Wicklungsprobe auch nach 24-stündiger Lagerung bei 96 bis 98 % Luftfeuchtigkeit und 30° Raumtemperatur aushalten.

§ 27.

Leistungsschild.

Jeder Schutztransformator muß ein Leistungsschild tragen, auf dem gut leserlich folgende Angaben enthalten sind:

1. Musterbezeichnung oder Listennummer.
2. Nenn-Primärspannung.
3. Nenn-Sekundärspannung.
4. Nennleistung bzw. Nenn-Sekundärstrom.
5. Nennfrequenz.
6. Kurzschlußsicherheit, und zwar
   a) bei unbedingt kurzschlußsicheren Transformatoren nach § 6, 1. bzw. § 10, 1. (V) (d. h. verkohlungssicher),
   b) bei bedingt kurzschlußsicheren Transformatoren nach § 6, 2. bzw. § 10, 2.: Einbauseite, Art und Größe der notwendigen Schutzeinrichtungen, soweit auswechselbar.
7. Schutzart, sofern abweichend von: P 20; bei der Schutzart P 20 ist jedoch zusätzlich ein Vermerk „Nur für trockene Räume" oder „Vor Nässe zu schützen" anzubringen. Dieser Vermerk kann auch getrennt vom Leistungsschild, jedoch gut sichtbar angebracht werden.

§ 28.

Zulässige Abweichungen.

Die Sekundärspannung an der höchsten Spannungsstufe darf bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung von der Nenn-Sekundärspannung um höchstens ± 3 % abweichen.

V. Sonderbestimmungen für Netzfernmelde-Transformatoren (Klingeltransformatoren).

A. Genormte Werte[3]

§ 29.

Spannungen.

Tafel VI. Genormte Nennspannungen in Volt bei 50 Per/s.

Nenn-Primärspannung nach DIN VDE 2	Nenn-Sekundärspannung nach DIN VDE 1
125 220	3 5 6 8 10 12 16 20

Klingeltransformatoren dürfen nur bis zu 250 V Primärspannung ausgeführt werden.

[3]) Hierauf ist die Begriffserklärung der „Vorschriften" nicht anwendbar.

§ 30.

Leistungen.

Tafel VII. Klingeltransformatoren für 50 Hz.

Nenn-Sekundärspannungen V			Nenn-Sekundärstrom A	maximaler Leerlaufverlust W
3	5	8	0,5	0,6
3	5	8	1,0	0,6
6	10	16	1,0	1,2
8	12	20	1,5	1,75
5	8	12	2,0	1,75

B. Baubestimmungen.

§ 31.

Schutzarten.

Klingeltransformatoren sind mindestens nach Schutzart P 20 auszuführen. Die Schutzart erstreckt sich jedoch nur auf Primäranschluß und Wicklungen. Bei den Schutzarten über P 20 sind auch die Sekundäranschlüsse entsprechend der Schutzart zu schützen. Die Gehäuse müssen plombierbar sein.

§ 32.

Anschlüsse.

Klingeltransformatoren dürfen nur einen 2-poligen Netzanschluß haben.

Die Netzklemmen müssen plombierbar, von den Anschlüssen der Fernmeldeanlage elektrisch und räumlich zuverlässig getrennt und leicht zu unterscheiden sein.

§ 33.

Wicklungen.

Leitende Verbindungen dürfen weder zwischen Primär- und Sekundärwicklung noch zwischen Wicklungen und Gehäuse bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß dieser Forderung auch bei etwaigem Drahtbruch der Wicklungen genügt wird.

Unzulässig ist demnach die Verwendung nur eines einzigen Spulenkörpers mit aufgeschobenem Zwischenflansch. In diesem Falle kann nämlich der Draht zwischen Flansch und Spulenkörper von primär nach sekundär oder umgekehrt hinüberwandern. Handelt es sich dagegen um einen gepreßten Spulenkörper, bei dem Zwischenflansch und Körper aus einem Stück bestehen, so sind gegen diese Ausführung keine Bedenken zu erheben. Bei aufgeschobenem Zwischenflansch kann durch zusätzliche Zwischenlagen, die den Spalt abdecken, der Forderung, daß bei evtl. Drahtbruch Verbindung zwischen Primär- und Sekundärwicklung nicht auftritt, gleichfalls Genüge geleistet werden.

§ 34.

Kurzschlußsicherheit.

Klingeltransformatoren müssen „unbedingt kurzschlußsicher" gebaut sein.

§ 35.

Höchste Leerlaufspannung.

Klingeltransformatoren sollen so gebaut sein, daß bei der auf dem Leistungsschild angegebenen Nenn-Primärspannung auf der Sekundärseite keine höhere Leerlaufspannung als die 2,5-fache Nenn-Sekundärspannung, jedoch nicht mehr als 42 V, auftritt.

Bei Betrieb mit einer höheren Spannung als der Nenn-Primärspannung wird die sekundäre Leerlaufspannung im gleichen Verhältnis steigen; dieser Zuwachs wird indessen, solange er innerhalb der für die Netzspannung zulässigen Abweichung von 10 % bleibt, als für den Betrieb der Fernmeldeanlage unbedenklich zugelassen.

C. Prüfbestimmungen.

§ 36.

Leistungsprüfung.

Die Leistungsprüfung wird im Nennbetrieb, also bei Nenn-Primärspannung, Nennfrequenz und Nennstromstärke mit induktionsfreier Belastung, bezogen auf die höchste Sekundärspannungsstufe, vorgenommen.

Die Sekundärspannung bei Belastung ist innerhalb der ersten 5 min festzustellen, da mit zunehmender Erwärmung des Transformators sich die Spannung ändern kann.

Die Sekundärspannung der höchsten Spannungsstufe darf bei dieser Prüfung nicht mehr als 5 % unter dem Nennwert liegen.

Außerdem ist bei Nenn-Primärspannung und Nennfrequenz der Leerlaufverlust festzustellen.

Bei der Spannungsmessung, insbesondere der Leerlaufmessung, ist auf den Eigenverbrauch des Meßgerätes Rücksicht zu nehmen.

§ 37.

Kurzschlußprüfung.

Im Anschluß an die Leistungsprüfung ist der Transformator kurzzuschließen und die im Dauerbetrieb auftretende höchste Erwärmung zu messen. Sie darf die in § 10, Tafel III, angegebenen Grenzwerte nicht übersteigen.

Bei mehreren Spannungsstufen ist der Prüfung der ungünstigste Fall zugrunde zu legen.

Bei der Prüfung dürfen betriebsmäßige Abdeckungen oder Ummantelungen nicht geöffnet oder geändert werden. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen von VDE 0532.

Bei Transformatoren, deren Höchsterwärmung bei einer Belastung zwischen Nennleistung und Kurzschluß auftritt, ist dieser Belastungsfall der Prüfung zugrunde zu legen.

Wegen der kleinen Zeitkonstante von Klingeltransformatoren ist es im allgemeinen notwendig, bei der Temperaturmessung die Erwärmung auf den Zeitpunkt der Ausschaltung selbst zurückzubeziehen.

§ 38.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen von VDE 0532, jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 1000 V; bei Schutzart P 20 muß der Transformator vorher 24 h lang bei 80 % Luftfeuchtigkeit und 30 ° Raumtemperatur gelagert haben, bei Schutzart über P 20 24 h lang bei 96 bis 98 % Luftfeuchtigkeit und 30 ° Raumtemperatur.

§ 39.

Leistungsschild.

Jeder Klingeltransformator muß ein Leistungsschild tragen, auf dem gut leserlich folgende Angaben enthalten sein müssen:

1. Klingeltransformator.
2. Musterbezeichnung oder Listennummer.
3. Nenn-Primärspannung.

   Die tatsächliche Primärspannung kann von der Nennspannung um ± 10 % abweichen.
4. Nenn-Sekundärspannungen.
5. Nenn-Sekundärstrom.

   Der Nenn-Sekundärstrom bezieht sich auf die höchste Spannungsstufe.
6. Nennfrequenz.
7. Maximaler Leerlaufverlust.
8. Schutzart, sofern abweichend von P 20.

   Bei der Schutzart P 20 ist jedoch zusätzlich ein Vermerk „Nur für trockene Räume“ oder „Vor Nässe zu schützen“ anzubringen. Dieser Vermerk kann auch getrennt vom Leistungsschild, jedoch gut sichtbar, angebracht werden.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 und 8886. Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten), statt.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernruf: Cl 0011 App. 128.

24. 1. 1936 Aussprache über den in der Fachgruppe „Hochspannungsgeräte“ am 14. 1. 36 gehaltenen Vortrag „Leistungstrennschalter“ (Leitung: Dr. Krohne VDE).

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Kaiser, Berlin-Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141.

27. 1. 1936 „Dielektrische Verluste in Kabeln“ (Vortragender: Dipl.-Ing. Hackh).

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Wagner, Berlin-Charlottenburg, Horstweg 4, Fernruf: C 4 0011, App. 3013.

28. 1. 1936 „Strukturmessungen durch Röntgenstrahlen“ (Vortragender: Ing. Gensecke).

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. Hauffe, Berlin-Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernruf: D 9 2101.

29. 1. 1936 „Gittersteuerung von Gasentladungen“, 3. Teil (Vortragender: Dr. A. Glaser).

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. Viktor Aigner, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernruf: D 1 0014, App. 404.

30. 1. 1936 „Die gegenseitige Induktion von Erdschleifen vom energetischen Standpunkt“ (Vortragender: Dr. H. Buchholz).

Einladung

zur ordentlichen Sitzung, zugleich Jahresversammlung des VDE Gau Berlin-Brandenburg, am Dienstag, dem 28. Januar 1936, 20 Uhr, im Großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Jahresbericht.
3. Vorlage des Kassenberichts.
4. Wahl der Rechnungsprüfer.
5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. R. W. Pohl über das Thema: „Einige Grundlagen der Elektrizitätsleitung und der Stromquellen, erläutert durch einfache Schauversuche“.

Inhaltsangabe:

Der Vortragende wird das Thema in ähnlicher Weise wie in seiner „Elektrizitätslehre“ behandeln. Er wird dabei neuere Untersuchungen seines Instituts heranziehen, die sich mit der Elektronenleitung in durchsichtigen Kristallen befassen und die Vorgänge in den Halbleitern der optischen Beobachtung zugänglich gemacht haben.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder des VDE Gau Berlin-Brandenburg, der RTA-Vereine und des NSBDT werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Zum Schultheiss am Knie“ in Berlin-Charlottenburg.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Matthias.

Ordentliche Gauversammlung

am 17. Dezember 1935 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Prof. Matthias.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung und begrüßt die Erschienenen, deren Zahl mehr als tausend beträgt. Es wird über die Entwicklung des Vortragswesens, insbesondere über das große Interesse berichtet, welches die in den letzten Wochen abgehaltenen Fachversammlungen gefunden haben. Auf eine ausgelegte Liste über 26 Neuanmeldungen wird hingewiesen.

Der Vorsitzende erteilt das Wort Herrn Prof. Dr.-Ing. Keinath zu seinem Vortrag über das Thema „Spitzenleistungen der modernen Meßtechnik“[1]).

(Vortrag folgt)

Da das Wort zu dem Vortrag nicht gewünscht wird, schließt der Vorsitzende die Versammlung mit dem Danke

[1]) Der Vortrag ist in diesem Heft auf S. 81 abgedruckt.

an den Vortragenden für seine außerordentlich interessanten Darlegungen und mit großer Sorgfalt vorbereiteten Vorführungen.

Neuanmeldungen zum VDE Gau Berlin-Brandenburg.

Argus, Kurt, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Arndt, Kurt, Prof., Dr. phil., Bln.-Charlottenburg.
Banneitz, Fritz, Oberpostrat, Bln.-Charlottenburg.
Bode, Helmuth, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Claussnitzer, Johannes, Dr.-Ing., Groß-Glienicke.
Cremer, Carl-Hans, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Dorer, Hans Arno, Ingenieur, Bln.-Tempelhof.
Eberth, Heinrich, Dipl.-Ing., Berlin.
Endruweit, Karl, Dipl.-Ing., Berlin.
Engel, Hans-Günter, Ingenieur, Bln.-Pankow.
Faulhaber, Heinz, Dr.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Franz, Arno, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Freyer, Wolfgang, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt.
Fukao, Eishiro, Ingenieur, Finkenkrug.
Görsdorf, Hans, Dipl.-Ing., Postrat, Berlin.
Gräber, Kurt, Ingenieur, Frankfurt/O.
Hoffmann, Wilhelm, Bln.-Tempelhof.
Jacobi, Christoph, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt.
Kleemann, Immo, Studienrat, Bln.-Schöneberg.
Lau, Erich, Ingenieur, Bln.-Neukölln.
Richter, Erhart, Ingenieur, Bln.-Haselhorst.
Römer, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Sonoda, Natao, Korvettenkapitän, Berlin.
Schiweck, Fritz, Dr.-Ing., Bln.-Schlachtensee.
Stiebitz, Willi, Elektrotechniker, Bln.-Charlottenburg.
Technischer Verein Chicago, Chicago.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer
Burghoff.

Gau Hansa.

Am 27. 11. 1935 hielt Dir. J. Schneider einen durch Lichtbilder unterstützten Vortrag über das „Neue Zählereichwerk der Hamburgischen Electricitäts-Werke". Nach kurzer Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Zählereichwesens bei den Hamburgischen Electricitäts-Werken (HEW) beschrieb Herr Schneider ausführlich die Einrichtungen des neuen Eichwerks, das im Februar 1935 in Betrieb genommen wurde. Die Eichverfahren sind im allgemeinen so geblieben, wie sie sich im Laufe der Jahre bei den HEW herausgebildet und als wirtschaftlich erwiesen haben. Die Einrichtungen wurden von Grund auf neu erstellt. Der Bedarf an Eichstrom wird aus dem HEW-Netz gedeckt. Für die Strom- und Spannungspfade der Eichstationen wurden „röhrengeregelte" Sammelschienen geschaffen, an denen die Eichpulte bzw. -wände angeschlossen sind. Für Zähler bis 100 A wird das Synchroneichverfahren angewendet, während für größere Zähler, für Normalzähler sowie für Hochspannungszähler die Einzeleichung benutzt wird. Auch das Gleichlast- und das Konstantstrom-Eichverfahren wurden versuchsweise durch Aufstellung je eines Eichpultes eingeführt. Für das Eichen sehr großer Gleichstromzähler bis 6000 A ist ein Hochstromraum geschaffen, der auch anderen Hochstromversuchen dient. Für die Ausbesserung der Zähler sind große Werkstätten vorhanden. Auch Relais aller Art, Meßinstrumente und Schaltuhren können ausgebessert und geprüft werden. Ein Feinmeßraum mit Kompensatoren und anderen feinen Meßinstrumenten dient der Eichung der Präzisionsinstrumente, die zum Eichen der Zähler benötigt werden. Das neue Eichwerk hat die Eigenschaft eines „Elektrischen Prüfamtes" erhalten, zu dessen Aufgaben auch die Prüfung der Meßwandler gehört; hierfür wurden alle nötigen Einrichtungen geschaffen. Gleichfalls wurde ein 150 kV-Prüfraum erstellt, der in erster Linie zur Vornahme von Verlustwinkelmesungen an Kabeln und dergl. dient. Ferner wurde ein Oszillographenraum mit allem Zubehör erbaut.

Sitzungskalender.

Gau Südbaden, Freiburg i. Br. 24. 1. (Fr), 20 h 15 m, Freiburger Hof: „Neue Aufgaben und ihre Lösung in der Niederspannungsversorgung". M. von Mangoldt VDE.

Gau Südsachsen, Stützpunkt Plauen i. V. (zus. mit dem Amt für Technik und RTA). 27. 1. (Mo), 20 h 15 m, Gasthaus „Tunnel": 1. „Was leistet der moderne Rundfunkempfänger?". 2. „Die Entwicklung der Elektronenröhre von der Dreipol- zur Achtpolröhre" (m. Lichtb.). Prof. Dr. Bangert VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Fölmer. — Der Leiter der Gauß-Schule, Berlin, Oberstudiendirektor Max Fölmer, ist am 1. 10. 1935 in den Ruhestand getreten. Herr Fölmer ist am 3. 5. 1873 zu Berlin geboren, erlebte in Berlin seine praktische und wissenschaftliche Ausbildung und war längere Zeit in der elektrotechnischen und insbesondere in der feinmechanischen Industrie tätig. Von 1901 an widmete er sich ganz dem Lehrberuf und übernahm 1921 die Leitung der Gauß-Schule (Schule für Feinmechanische Technik und Elektrotechnik), die er aus den ersten Anfängen heraus zu dem hohen Stande entwickelte, auf dem sie sich heute befindet. Neben seiner amtlichen Tätigkeit als Leiter der Gauß-Schule, der er sein ganzes Sein verschrieb, war er langjähriger Mitarbeiter in zahlreichen elektrotechnischen und feinmechanischen Ausschüssen, für die er eine Reihe grundlegender Arbeiten verfaßte.

Hochschulnachrichten. — Dr. phil. Ernst Lübcke, Obering. und wissenschaftlicher Mitarbeiter im Dynamowerk der Siemens-Schuckertwerke, Berlin, wurde zum nichtbeamteten ao. Professor an der T. H. Braunschweig ernannt, und zwar in der Fachabteilung für Mathematik und Physik.

Jubiläum. — Am 1. 1. 1936 konnte Herr Otto von Bronk, Vorstand der Patentabteilung der Telefunken G. m. b. H., auf eine 25jährige Tätigkeit bei diesem Unternehmen zurückblicken. O. von Bronk wurde am 29. 2. 1872 in Danzig geboren, befaßte sich schon früh mit elektrischen Experimenten und gründete 1896 zusammen mit F. Clausen das erste Berliner Laboratorium für Röntgenstrahlen. In den folgenden Jahren hielt er zahlreiche Experimentalvorträge über Röntgenstrahlen und drahtlose Telegraphie und führte 1901 erstmalig die drahtlose Übertragung von Sprache und Musik mit der sprechenden Bogenlampe vor. Später arbeitete Herr von Bronk im Berliner Laboratorium einer englischen Gesellschaft sowie bei C. Lorenz AG. an der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und übernahm am 1. 1. 1911 die Leitung der Telefunken-Patentabteilung. Als seine technisch und volkswirtschaftlich bedeutsamste Erfindung dürfen wir die Hochfrequenzverstärkung buchen, die er noch im einzelnen durch weitere Patente ausbaute. Auch das Fernsehen ist durch O. von Bronk wesentlich gefördert worden.

Berichtigung.

Im Nachruf für Herrn Hofrat Ing. R. Nowotny im H. 1 der ETZ d. J., S. 30, ist zu berichtigen, daß Herr Nowotny nicht Direktor des Chemischen Laboratoriums der Post, sondern Referent für die Holzstangenimprägnierung der Österr. Telegraphenverwaltung war und 1919 nicht das Amt des Handelsministers, sondern die Leitung der Telegraphensektion der Generalpostdirektion übernahm.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 17. Januar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 30. Januar 1936 | Heft 5

Spannungsregelung mit Leistungsumspannern.

Von Dipl.-Ing. W. Thießen VDE, Kiel.

621. 314. 214. 015. 003

Übersicht. Eine neuartige Anordnung zur Spannungsregelung in vorhandenen Umspanneranlagen und ihre Erstausführung werden beschrieben. Die erheblichen wirtschaftlichen Vorteile werden an zwei Beispielen nachgewiesen.

Um die Abnehmer mit möglichst gleichbleibender Spannung beliefern zu können, werden seit einigen Jahren fast alle großen Umspanner in den Hochspannungsnetzen mit unter Last umschaltbaren Reglern versehen. Neue Umspanner erhalten unmittelbar angebaute Lastschalter, schon vorhandene Umspanner einen oder mehrere besondere Regelumspanner in Sparschaltung (Abb. 1). In Ringnetzen werden zur Erzielung einer bestimmten Stromverteilung ähnliche Schaltungen für Querumspanner angewendet, die unter Umständen auch gleichzeitig für Quer- und Längsregelung ausgelegt werden. Ebenso wie mit Regelumspannern in Sparschaltung läßt sich die Spannung vorhandener Umspanner mit Leistungsumspannern[1]) regeln, deren Wicklung entsprechend angezapft und deren Regelwicklung für die zu regelnde Gesamtleistung ausgelegt wird (Abb. 2). Diese Lösung ist die wirtschaftlichste, wenn gleichzeitig die Leistung der Gesamtanlage erhöht werden soll. Nachdem es in den letzten Jahren gelungen ist, die Verluste der Umspannerbleche auf die Hälfte zu vermindern, ist auch in sehr vielen anderen Fällen die Beschaffung eines „Regelleistungsumspanners" wirtschaftlicher als die Regelung mit besonderen Regelumspannern. Platzmangel in einer bereits voll ausgebauten Anlage oder die Unmöglichkeit, vorhandene Anlagen baulich zu erweitern, kann zu dieser Lösung zwingen, falls nicht die kostspieligere Lösung vorgezogen wird und man die vorhandenen Umspanner ganz auswechselt.

Abb. 1. Spannungsregelung mit einem Regelumspanner in Sparschaltung.

[1]) DRP. 585 344.

In der Stromerzeugung ist die Aufteilung der Maschinenleistung in Grund- und Spitzenlastmaschinen bereits Allgemeingut geworden. Bei Umspannern ist man diesen Weg bisher nicht gegangen, obgleich wirtschaftliche Überlegungen zu einer entsprechenden Aufteilung führen müßten. Soweit alte Umspanner mit hohen Verlusten vorhanden sind, können Regelleistungsumspanner mit besonders niedrigen Verlusten für die Grundlast ausgelegt werden. Man wird dann die Regelwicklung für die gesamte Durchgangsleistung und die Leistungswicklung für die Grundlast bemessen. Betriebliche Bedenken gegen die Regelung mit einer Einheit bestehen nicht mehr, nachdem die Lastschalter in vielen Anlagen den Beweis erbracht haben, daß sie unbedingt zuverlässig arbeiten. Betriebsmäßige Überholungen werden erst nach Jahren notwendig und können zu Zeiten geringer Last in wenigen Stunden durchgeführt werden, indem die alten Umspanner, wie bisher, die Belieferung der Abnehmer übernehmen. Wenn das gesamte Hochspannungsnetz in den Speise- und Abgabepunkten geregelt wird, ist es ohnehin möglich, die Spannung in einem Umspannhaus, in dem gerade der Regler überholt wird, auf gleicher Höhe zu halten. Es können also bei entsprechender Auslegung aller Regelumspanner nacheinander sämtliche Regler ohne Beeinträchtigung des Betriebes überholt werden. Der Verzicht auf Reserveregler ist daher unbedenklich.

Abb. 2. Spannungsregelung mit einem Regelleistungsumspanner.

1. Beispiel.

Der erste Regelleistungsumspanner wurde im Herbst 1934 für das 6/60 kV-Umspannwerk Kiel-Wik der Vereinigten Großkraftwerke Schleswig-Holstein G. m. b. H. (VGW) in Rendsburg geliefert. In dieser Anlage konnten seine

Vorteile restlos ausgenutzt werden. Das Umspannwerk Kiel-Wik ist der Hauptspeisepunkt des 60 kV-Netzes der VGW und dient gleichzeitig zum Lastaustausch in der Betriebsgemeinschaft, zu der die Kraftwerke der 3 Städte Kiel, Flensburg und Neumünster zusammengeschlossen sind. Um ohne Rücksicht auf die Belastung im 60 kV-Netz und auf die Spannungshaltung im Kraftwerk Wik und in der Stadt die Last nach rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten zwischen den genannten Werken verschieben zu können, war es notwendig, die Umspannerleistung zu erhöhen und gleichzeitig die Spannung zu regeln. Vorhanden waren 3 Umspanner mit einer Leistung von 1500, 3000 und 6000 kVA, die von 5,7 auf 60 kV übersetzen. Die Anlage mußte um 10 000 kVA erweitert werden. Nur 3 Zellen für die älteren Umspanner waren vorhanden. Die bauliche Erweiterung der Anlage wäre nur sehr schwer möglich gewesen. Wegen seines geringen Leistungsanteils konnte auf den kleinsten Umspanner verzichtet und eine Zelle freigemacht werden. (Später, beim Einbau des neuen Umspanners, wurde der 1500 kVA-Umspanner in der Zelle des 3000 kVA-Umspanners untergebracht und parallel geschaltet. Diese Notlösung ist auch heute noch nicht aufgehoben.)

Abb. 3. Normale Ausführung der Spannungsregelung mit einem Regelumspanner in Sparschaltung.

Normalerweise wäre die Spannung mit einem oder mehreren besonderen Regelumspannern (Abb. 3) geregelt worden. Die vorhandene Schaltanlage (Abb. 4) hätte um je eine Zelle für den Regelumspanner und für einen Ölschalter erweitert und außerdem erheblich umgebaut werden müssen. Die bauliche Erweiterung hätte nur sehr schwer und mit ganz erheblichen Kosten durchgeführt werden können. Durch den Einbau eines Regelleistungsumspanners (Abb. 5 und 6) konnten ohne Änderung der eigentlichen Schaltanlage die Leistungserhöhung und die Leistungsregelung vorgenommen werden. Es mußte lediglich, um die Zwischensammelschiene unterzubringen, eine Zwischendecke zwischen dem unteren und oberen Schaltgang um 1 m gesenkt werden. Dies war mit geringen Kosten möglich. Ferner mußte der neue Umspanner in der mittleren Zelle untergebracht werden. Der 3000 kVA-Umspanner wurde daher in die bisherige Zelle des 1500 kVA-Umspanners gebracht. Die Anschlüsse der 3000- und 6000 kVA-Umspanner zu den beiden 60 kV-Sammelschienen blieben bestehen, um die Möglichkeit zu haben, im Notfall die beiden ungeregelten Umspanner auf die Sammelschiene schalten zu können. Die Schaltung ist so getroffen, daß normalerweise die ungeregelten Umspanner über 60 kV-Trennmesser und 60 kV-Ölschalter an die Anzapfung des Regelleistungsumspanners angeschlossen werden. Es ist dafür gesorgt, daß bei eingelegten Trennmessern zum Regelleistungsumspanner die Trennmesser der ungeregelten Umspanner zur Sammelschiene blockiert sind.

In seiner äußeren Ausführung unterscheidet sich der Regelleistungsumspanner von einem normalen Umspanner lediglich dadurch, daß er 6 statt 3 Oberspannungsausführungen hat, von denen 3 die Anschlüsse von den vorhandenen ungeregelten Umspannern aufnehmen, während die übrigen 3 die geregelte Spannung an die 60 kV-Sammelschiene weitergeben. Durch den Parallelbetrieb der alten Umspanner über die Anzapfungen des Regelleistungsumspanners ändert sich dessen Streuspannung mit der Belastung und beeinflußt die Lastverteilung. Die Änderung ist aber durch entsprechende Anordnung der Regelwicklung so gering zu halten, daß sie praktisch unbedenklich ist.

Bei der Auslegung des Regelumspanners wurden die Vorteile neuzeitlicher Bleche mit niedrigen Verlusten voll ausgenutzt. Bei normaler Spannung und Nullstellung des Reglers betragen die Eisenverluste nur 12,9 kW, die Kupferverluste bei Regelung der Eigenleistung 43 kW und bei Regelung der Gesamtleistung 48 kW. Gegenüber dem bisherigen Betrieb mit den ungeregelten Umspannern ergibt sich durch die geringen Verluste des neuen Umspanners bei einer Stromlieferung von 50 Mill kVAh eine Ersparnis von jährlich rd. 250 000 kWh. Durch Ausnutzung aller Vorteile des Regelleistungsumspanners ergaben sich Ersparnisse an Anlagekosten von rd. 30 % gegenüber der üblichen Lösung. Rechnet man die Ersparnisse an Verlusten auf den Anlagewert um, so ergibt die Lösung der Leistungserhöhung und der Regelung der Gesamtleistung durch einen Regelleistungsumspanner bei einem Strompreis von 2,5 Rpf/kWh eine Ersparnis von mehr als 65 % des normalen Anlagewertes.

Abb. 4. 6/60 kV-Umspannanlage Kiel-Wik vor dem Einbau des 10 000 (19 000) kVA-Regelleistungsumspanners.

Der neue Umspanner ist seit dem Herbst 1934 in Betrieb und hat sich bisher ausgezeichnet bewährt. Irgendwelche Schwierigkeiten in der Zusammenschaltung mit den vorhandenen Umspannern haben sich nicht ergeben. Die aufgetretenen Ersparnisse entsprechen den rechnerischen Werten.

2. Beispiel.

Ungünstiger, aber immerhin noch wirtschaftlicher wird in manchen Fällen die Spannungsregelung durch einen Regelleistungsumspanner, wenn nur die Spannungsregelung verlangt wird. Für einen bestimmten Fall wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit folgendem Ergebnis durchgeführt:

In einem 60 kV-Umspannwerk sind zwei Umspanner vorhanden, der eine mit einer Leistung von 2000 kVA, 12,9 kW Eisen- und 18,4 kW Kupferverlusten, der zweite mit einer Leistung von 4000 kVA, 15,7 kW Eisen- und 32,0 kW Kupferverlusten. Beide Umspanner übersetzen von 60 auf 15,7 kV. Raum für einen weiteren Umspanner ist nicht vorhanden. Die normale Lösung würde ähnlich Abb. 3 sein, es müßte also mindestens eine neue Zelle für den Umspanner und einen 15 kV-Ölschalter gebaut werden. Die Regelung würde auf der 15 kV-Seite erfolgen und dadurch verhältnismäßig billig werden. Durch einen Regelleistungsumspanner läßt sich die Schaltung ähnlich Abb. 5 vereinfachen, wenn der 2000 kVA-Umspanner verschrottet und dem neuen Umspanner eine Eigenleistung von 2000 kVA gegeben wird, wobei die Wirtschaftlichkeit durch Verminderung der Verluste des neuen Umspanners erzielt wird. Durch den Regelleistungsumspanner werden je eine Zelle für den Regelumspanner und für einen 15 kV-Schalter, ferner Ausgaben für Zubehör, Kabel und Montage gespart.

Abb. 5. Spannungsregelung mit einem 10 000-(19 000) kVA-Regelleistungsumspanner.

Bei der Vergleichsrechnung wurde angenommen, daß jährlich 10 Mill kVAh bei einer Höchstleistung von 3000 kVA umgespannt werden, von denen der 4 MVA-Umspanner bei einer Betriebsdauer von 4000 h 8 Mill kVAh bei einer Höchstleistung von 3000 kVA und der 2 MVA-Umspanner bei einer Betriebsdauer von 3760 h 2 Mill kVAh mit einer Höchstleistung von 1500 kVA umspannen möge.

Nach Wolf[2]) ergeben sich dann jährliche Verluste von 178 000 kWh. Bei Ersatz des 2000 kVA-Umspanners durch einen Regelleistungsumspanner mit gleichzeitiger Regelung für den 4000 kVA-Umspanner, der für 5 kW Eisen- und 10 kW Kupferverluste ausgelegt wird, vermindern sich die Verluste. Hierbei ist zu bedenken, daß der neue Umspanner mit einer Reglerwicklung für 6000 kVA und 10 % der Normalspannung bei Regelung der Eigenleistung etwa 2400 kVA hergibt, so daß gegenüber früher mit dem 2 MVA-Umspanner 9,5 Mill kVAh umgespannt werden müssen. Der 4 MVA-Umspanner schneidet die Spitzen ab und befördert nur 0,5 Mill kVAh bei einer Betriebsdauer von etwa 1000 h. Die jährlichen Verluste vermindern sich dadurch auf 90 500 kWh, betragen also nur noch die Hälfte. Bei einem Strompreis von 3,5 Rpf/kWh und bei normalen Umspannerkosten würde die Ersparnis mit einem Regelleistungsumspanner jährlich etwa 1800 RM betragen. Es ist also auch in diesem Falle die Regelung mit einem Regelleistungsumspanner wirtschaftlicher als mit einem normalen Umspanner in Sparschaltung.

Abb. 6. 6/60 kV-Umspannanlage Kiel-Wik nach dem Einbau des 10 000 (19 000) kVA-Regelleistungsumspanners.

Zusammenfassung.

Statt der bisherigen Spannungsregelung von vorhandenen Umspannern mit besonderen Regelumspannern ist es in sehr vielen Fällen wirtschaftlicher, die Regelung mit einem Leistungsumspanner vorzunehmen, der gleichzeitig die Regelung der vorhandenen Umspanner übernimmt. Diese Lösung ist stets wirtschaftlicher, wenn gleichzeitig die Leistung der Umspanneranlage erhöht werden muß. An zwei Beispielen wird das wirtschaftliche Ergebnis nachgewiesen. Bei dem ersten Beispiel ergeben sich bei entsprechender Bewertung der Verlustverminderung Ersparnisse von 65 % des Anlagewertes der normalen Lösung.

[2]) M. Wolf, ETZ 52 (1931) S. 1267.

Neuer Elektroden-Kochkessel für Großküchen.

621. 364. 5

Die zunehmende Anwendung der Elektrowärme in Krankenhäusern, Heilanstalten, Sanatorien, Kasernen, Lagern usw. führte zu der Entwicklung eines Großkochkessels, der ein vollständig bedienungsfreies Fortkochen aller Speisen ermöglicht. Aus dem Wasserbad-Großkochkessel ist der Elektroden-Kochkessel entstanden[1]). Der für Drehstromanschluß ausgelegte Kochkessel besitzt Haupt- und Hilfselektroden, die durch Eintauchen in ein Wasserbad die Dampfentwicklung bewirken. Die Hilfselektroden (Abb. 1) sind in einem besonderen

1 Sicherheitsventil
2 Kontakt-Druckmesser
3 Wrasenventil
4 Deckelverschlußschrauben
5 Entleerungshahn für den Innenkessel
6 Füllvorrichtung für den Dampfraum
7 Wasserstands-Rohrleitung
8 Füll-Rohrleitung
9 Steigerohr
10 Hauptelektroden
11 Hilfselektroden
12 Anschlüsse für die Elektroden
13 Zusatzkessel zum Hilfselektrodenraum
14 Niederschlagwasser-Rückgewinnungsvorrichtung
15 Deckel-Gegengewicht
16 halbselbsttätiger Füllschwenkhahn

K 36931

Abb. 1. Schnitt durch einen Elektroden-Kochkessel.

topfähnlichen Behälter untergebracht, der mit dem Hauptelektrodenraum durch ein Rohr verbunden ist. Der Innenkessel ist mit dem Außenkessel dampfdicht verbunden; letzterer besteht aus Kupfer. Hierdurch wird der Wirkungsgrad des Elektrodenkessels außerordentlich hoch; er beträgt rd. 90 %, bei den größeren Kesseln sogar noch mehr. Die Füllung des Dampfraumes mit Wasser erfolgt durch einen seitlichen Fülltrichter, und zwar derart, daß der Hilfselektrodenraum vollständig und der Hauptelektrodenraum nur ganz wenig mit Wasser gefüllt ist. Beim Einschalten der Heizung nehmen also die Hilfselektroden ihre volle Leistung auf, durch den sich entwickelnden Heizdampf wird das Wasser aus dem Hilfselektrodenraum in den darüberliegenden Hauptelektrodenraum gedrückt. Durch das Eintauchen der Hauptelektroden beginnt nunmehr die eigentliche Heizdampfentwicklung, die sich bis zu einem auf dem Dampfdruckmesser eingestellten Druck steigert. Durch einen von Hand verstellbaren Kontakt im Druckmesser wird beim Erreichen des gewünschten Kochzustandes über ein Schaltschütz die Heizung der Hilfselektroden abgeschaltet (Abb. 2). Dadurch hört die Dampfbildung im Hilfselektrodenraum auf, das Wasser wird wieder in diesen zurückgedrückt und entblößt die Hauptelektroden bis auf einen geringen Rest, der die für das Fortkochen benötigte Dampfmenge erzeugt. Treten nun größere Abkühlungen auf, z. B. durch längeres Öffnen des Deckels oder durch Beigabe von kalten Speisezutaten, so teilt sich diese Abkühlung auch dem Dampfraum mit; Temperatur und Druck des Heizdampfes sinken, dadurch wird durch den Kontakt des Druckmessers die Heizung der Hilfselektroden wieder eingeschaltet, und der oben beschriebene Vorgang wiederholt sich, bis der eingestellte Dampfdruck erreicht ist. Damit ergibt sich also eine vollselbsttätige Arbeitsweise des Elektroden-Großkochkessels. Bemerkenswert ist der geringe Stromverbrauch des Elek-

K 36932

a Anschluß der Hauptelektroden
b Anschluß der Hilfselektroden
c Hauptschaltschütz
d Schaltschütz für die Hilfselektroden
e Einschaltdruckknopf
f Ausschaltdruckknopf
g Kontakt-Druckmesser

Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung.

troden-Kochkessels, der durch kurze Ankochzeit und kleine Dauerstromaufnahme bei geringster Heizwassermenge erreicht wird. Unnötige Leerlaufverluste werden vermieden, das Umschalten von der Ankoch- zur Fortkochstufe hängt nicht mehr von der Bedienung ab, sondern der Kochvorgang spielt sich bei einmal eingestelltem Dampfdruck und richtig bemessener Heizwassermenge selbsttätig ab. Trotz hoher Ankochleistung ist die Einschaltleistung gering; die Stromaufnahme steigt allmählich, so daß selbst bei den größeren Kochkesseln dieser Bauart unerwünscht hohe Stromstöße in das Netz nicht vorkommen. Durch Einstellen des Dampfdruckes und durch entsprechende Bemessung des Füllwassers kann man sich jedem Kochvorgang anpassen.

Noch eine Reihe anderer Ausführungsarten von Elektrokochkesseln, bei denen Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit vereinigt sind, werden ausgeführt. Die Heizung dieser Kochkessel erfolgt entweder durch Glühwendeln oder durch in einem Wasserbad angeordnete Heizstäbe oder durch Heizplatten, die unter den Boden des Kochkessels gepreßt sind. Bei den Heizstäben und Heizplatten liegen die Glühwendeln in keramischer Masse unter Luftabschluß. Vor äußeren Einflüssen sind sie dadurch geschützt und geben somit eine Gewähr für längere Lebensdauer und gute Betriebssicherheit. Bei der für einige Bauformen von Elektrokochkesseln angewandten offenen Glühwendelheizung ist auf einen zunder- und oxydationsfreien Werkstoff Wert gelegt worden. *Sb.*

[1]) K. Bleckmann, AEG-Mitt. (1935) H. 12, S. 394.

Der Fahrdrahtbusbetrieb in London.

621. 335. 4. 033. 91 (42)

Übersicht. Ein Überblick über die außerordentlich umfangreiche Erweiterung des Londoner Fahrdrahtbusbetriebes wird gegeben, die den Ersatz von rd. 400 km Straßenbahnstrecken vorsieht, und deren Durchführung schon begonnen hat. Die Bauart der Wagen, insbesondere die Anordnung der elektrischen Ausrüstung, wird kurz erörtert.

London besitzt seit 1931 einige Fahrdrahtbuslinien, deren Länge am 1. 1. 1935 29 km betrug; im Geschäftsjahr 1933/34 wurden 27,1 Mill Fahrgäste befördert. Im Juli 1933 hat das Londoner Personenverkehrsamt (London Passenger Transport Board) die Genehmigung zur Errichtung von weiteren 144 km Fahrdrahtbusstrecke, davon 136 km als Ersatz für vorhandene Straßenbahnlinien und 8 km als Neustrecke, erhalten. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Strecken im Westen im Anschluß an die bestehende Fahrdrahtbuslinie Wimbledon—Hampton Court, u. a. um die Strecken Hampton Court—Hammersmith, Shepherds Bush—Uxbridge, Acton—Canon Park, Paddington—Sudbury, ferner im Norden die Strecke Manor House und Endfield nach Tottenham, im Südwesten den Abschnitt Woolwich—Erith, Bexley Heath und Dartford und schließlich im Süden die Strecke Kristallpalast—Croydon—Sutton. Für weitere 93 km Strecke wurde die Genehmigung 1934 nachgesucht; inzwischen sind jedoch zwischen der englischen Regierung und dem ständigen Verbindungsausschuß des Londoner Personenverkehrsamtes und der großen Eisenbahngesellschaften Abmachungen getroffen worden, wonach im Londoner Stadt- und Vorortverkehr mit einem Kostenaufwand von rd. 437 Mill RM[1]) zahlreiche Verbesserungen vorgenommen werden, insbesondere sollen 237 km Straßenbahnlinien durch Fahrdrahtbusse ersetzt werden[2]).

Der erste Abschnitt der Erweiterungsstrecken wurde am 27. 10. 1935 dem Betrieb übergeben, nämlich die insgesamt 29 km langen Strecken Shepherds Bush—Chiswick—Kew-Brentford—Hounslow, Hammersmith—Chiswick—Kew-Brentford—Twickenham—Hampton Hill—Hampton Court, wo Anschluß an das vorhandene, 1931 eröffnete Netz besteht. Auf diesen Neustrecken wurden 120 Wagen eingesetzt. Im November wurde der Betrieb auf weiteren 24 km (Abschnitte Woolwich, Bexleyheath und Dartford), im Dezember auf 15 km zwischen Sutton und dem Kristallpalast aufgenommen. Am 1. 1. 1936 besaß London somit 97 km Fahrdrahtbusstrecken.

Diese außerordentlichen Erweiterungen des Fahrdrahtbusnetzes machten die Beschaffung zahlreicher Wagen erforderlich. Nach Erprobung einiger Bauarten wurden Anfang 1935 für die 144 km Neustrecke zunächst 120 Fahrdrahtbusse bestellt, nämlich 68 Doppeldecker mit 60 Plätzen (unten 28, oben 32) und 52 Doppeldecker mit 70 Plätzen (unten 32, oben 38 Plätze); die ersten Wagen waren im August 1935 fertiggestellt. Anfang August 1935 hat das Londoner Personenverkehrsamt weitere 300 Fahrdrahtbusse (Doppeldecker mit 70 Plätzen) bestellt, so daß für den genannten 144 km langen Abschnitt 420 Wagen zur Verfügung stehen werden.

A Triebmotor
B Führerschalter
C Fußtritt für Führerschalter
D Bremsfußtritt
E Hauptschütz
F Kasten für Schütze im Hauptstromkreis
G Kasten für Schütze im Nebenschlußkreis
H Widerstände im Hauptstromkreis
I Kasten für Widerstände im Nebenschluß
K Motorluftpumpe
L Luftbehälter

Abb. 1. Fahrgestell des Londoner Fahrdrahtbusses.

Die neuen Wagen, sowohl die in der Anlieferung begriffenen wie die neu bestellten, besitzen sämtlich dreiachsige Fahrgestelle (Abb. 1). Sie werden durch einen Verbundmotor von 82 PS Stundenleistung bzw. 66 PS Dauerleistung, 550 V angetrieben, der über eine Kardanwelle auf die Mittelachse einwirkt; von dieser führt zur hintersten Achse eine weitere Kardanwelle. Zwischen beiden Achsen ist ein drittes Differential angeordnet. Die wichtigsten Abmessungen beider Wagenbauarten gibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Platzzahl	60	70
Ganze Länge	8230	9145 mm
Größte Breite	2235	2235 „
Dachhöhe über Fahrbahn	4712	4712 „
Radstand Vorderachse—Mitte Hinterachspaar	5030	5670 „
Gewicht	12,5	13 t.

An Bremsen sind Hand-, Druckluft- und elektrische Bremse vorgesehen. Die Handbremse arbeitet nur auf die vier Hinterräder, die Druckluftbremse auf alle sechs Räder, deren jedes einen besonderen Bremszylinder besitzt. Die Bremsluft liefert eine von einem Druckregler gesteuerte Motorluftpumpe, die am linken Fahrgestell-Längsträger hängt (Abb. 1 und 2).

Die Steuerung erfolgt von einem Führerschalter aus mittels elektromagnetischer Schütze, deren Steuerspannung der Fahrleitungsspannung entspricht; die Schütze im Haupt- und im Nebenstromkreis sind je in einem besonderen, am rechten Fahrgestell-Längsträger hängenden Kasten (Abb. 3) untergebracht. Zwischen den beiden Schützkästen hängen die Hauptschütze mit Überstromauslösung und der Kasten mit dem im Nebenschluß liegenden Röhrenwiderstand. Die im Hauptstromkreis liegenden Widerstände hängen am Wagenvorderende zwischen den Fahrgestell-Längsträgern (Abb. 2), wo sie durch den Fahrwind gekühlt werden. Der Führerschalter ist mit dem Fahrtwender zusammengebaut und befindet sich unter dem Führersitz (Abb. 1 bis 3).

Die Geschwindigkeit wird sowohl beim Fahren als auch beim Bremsen mittels eines einzigen Fußhebels ge-

[1]) 12,5 RM = 1 £.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 999 und 1105.

regelt, der den Führerschalter betätigt. Lediglich beim Bremsen ist bei Geschwindigkeiten unter 5 bis 6,5 km/h die mechanische Bremse zum völligen Stillsetzen des Wagens zu bedienen. Beim Anfahren wird auf den ersten Stufen der Widerstand im Hauptstromkreis abgeschaltet; auf den weiteren Stufen erfolgt Feldschwächung im Nebenschlußkreis, auf der letzten Stufe Feldschwächung im Hauptstromkreis. Beim Zurückgehen des Fußhebels wird die Feldschwächung im Nebenschlußkreis aufgehoben; der Motor arbeitet als Stromerzeuger, und es tritt Nutzbremsung ein; in dem Maße, wie die Feldschwächung aufgehoben wird, wächst die Bremswirkung an. Bis zu einer Geschwindigkeit von etwa 22,5 km/h ist die Nutzbremsung wirksam. Weiteres Zurückgehen des Führerschalter-Fußhebels stellt die Stromkreise für die Widerstandsbremsung her, die praktisch bis zum Stillstand des Fahrzeugs wirksam bleibt. Um einem vorzeitigen Übergang von der Nutzbremsung auf die Widerstandsbremsung vorzubeugen, ist eine Einrichtung getroffen derart, daß dieser Übergang erst dann vor sich gehen kann, wenn die Nutzbremsung voll ausgenutzt worden ist. Soll nach dem Bremsen wieder beschleunigt werden, so ist lediglich der Fußhebel wieder niederzutreten.

Ein Teil der Fahrzeuge, die zum Betrieb auf hügeligen Strecken bestimmt sind, ist mit einer Sonderbremsausrüstung ausgestattet worden. Hier tritt eine Bremse selbsttätig in Wirksamkeit, wenn das Fahrzeug rückwärts läuft, und begrenzt diese Geschwindigkeit unter allen Umständen auf 3,2 km/h. Als Betriebsbremse für Bergabfahrt dient die Widerstandsbremse, da diese unabhängig von der Fahrleitung ist. Die Geschwindigkeit wird auf 16 km/h begrenzt.

A Triebmotor
B Führerschalter
C Fußtritt für Führerschalter
D Bremsfußtritt
F Kasten für Schütze im Hauptstromkreis
H Widerstände im Hauptstromkreis
K Motorluftpumpe

Abb. 2. Vorderende des Fahrgestells.

A Triebmotor
B Führerschalter
E Hauptschütz
F Kasten für Schütze im Hauptstromkreis
G Kasten für Schütze im Nebenschlußkreis
I Kasten für Widerstände im Nebenschluß
K Motorluftpumpe

Abb. 3. Gesamtanordnung der elektrischen Ausrüstung.

Alle Hochspannungsgeräte besitzen doppelte, die von der Außenluft bestrichenen Widerstände im Hauptstromkreis sogar dreifache Isolation.

Um Rundfunkstörungen nach Möglichkeit auszuschließen, sind in der positiven und der negativen Stromabnehmerleitung Doppelbereich-Drosselspulen angeordnet; sie befinden sich auf dem Dach und setzen die Störungen im Bereich der mittleren und langen Rundfunkwellen auf ein Mindestmaß herab.

Die Beleuchtungsspannung von 24 V wird von einem Umformersatz in Sonderbauart geliefert, der bei Tagesfahrten eine 24 V-Batterie auflädt. Motor und Stromerzeuger haben eine gemeinsame Welle, sind aber voneinander völlig isoliert. Die Batterie besteht aus zwei Hälften zu je 24 V, die in der Regel parallel liegen; bei fehlender Fahrleitungsspannung kann die Lichtbatterie durch einen besonderen Umschalter in Reihe geschaltet werden, um dann als Notbehelf für die Speisung des Motors zu dienen. Besondere Maßnahmen sind getroffen worden, um keine Hochspannung in den Niedervoltstromkreis eintreten zu lassen. Für das Ein- und Ausschalten des Fahrstromes bei Notbetrieb ist ein besonderer kleiner Fußtrittschalter vorgesehen.

Zusammenfassung.

Die Umstellung von Straßenbahnlinien auf Fahrdrahtbusbetrieb in dem in London beschlossenen Umfang stellt ein außerordentlich bedeutsames Ereignis auf dem Gebiete des elektrischen Fahrzeugantriebs dar, vor allem auch, weil hiermit erstmals in Europa in einer Weltstadt ein größeres Fahrdrahtbusnetz geschaffen wird. Daher werden die Ergebnisse der Umstellung für die Verkehrsbetriebe anderer europäischer Weltstädte und Großstädte große Beachtung erfordern.

R. Spies, Berlin.

Die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris 1935.

Von **P. Jacottet VDE,** Berlin.

(1. Fortsetzung von S. 64.)

Gruppe 15. Öle.

Gruppenberichter: Weiß (Frankreich).

Berichte:

104. Ornstein (Holland) und Mitarbeiter: „Über die Oxydation der Transformatorenöle."
108. Smouroff u. Courlin (UdSSR): „Alterung und dielektrische Verluste von Transformatorenölen."
130. Masson (Frankreich): „Neue Beobachtungen an Isolierölen."
140. Skala (Österreich): „Über die Regeneration von Isolier- und Dampfturbinenölen."
145. Bruckman (Holland): „Beziehungen zwischen der Qualität der Isolierstoffe, insbesondere der Mineralöle, und ihren dielektrischen Verlusten."
147. Salomon (Frankreich): „Beitrag zum Einfluß der Bauelemente des Transformators auf Schnelligkeit der betriebsmäßigen Alterung des Transformatorenöls."
148. Weiß und Salomon (Frankreich): „Bericht über die Arbeiten des Ausschusses für Isolieröle."
154. Pellissier (Frankreich): „Ist die Verwendung eines Gemisches von Ölen verschiedener Herkunft nachteilig für den einwandfreien Betrieb des Transformators?"
155. Coner (Frankreich): „Betriebsmäßige Überwachung der Dampfturbinenöle."

Die vorliegenden Berichte behandeln im wesentlichen Öluntersuchungen im Laboratorium und während des Betriebes, ferner die Frage der Ölregeneration. Hierzu berichten Bordrionnet u. Castillion über gute Betriebserfahrungen in einigen Anlagen, die seit Jahren ihre Öle regenerieren. In der Aussprache werden weiterhin folgende Punkte besprochen: Fällung des Schlammes durch Zusatz neuen Öles, Benutzung der Mischungstemperaturen zur Nachprüfung der Raffination, Schwierigkeiten in der Herstellung von Ölmustern, Erhöhung der Ölleitfähigkeit im Augenblick des Durchbruchs, kritische Temperatur, bei der sich die Aktivierungsenergie ändert, schwingungsartige Veränderung des Widerstandes.

Im übrigen wird die Messung der dielektrischen Verluste und ihre Auswertung zur Kenntnis des Alterungsvorganges erörtert. Ferner wird über den Ersatz von Öl durch andere Stoffe, wie Trichlorbenzol, gesprochen.

Die Versammlung nimmt folgende Entschließung an: Es müsse der Versuch gemacht werden, sich über ein schnelles, für Industriezwecke geeignetes Verfahren zu einigen, das gestattet, die Oxydationsneigung der Öle auf elektrischem, chemischem oder elektrochemischem Wege zu bestimmen.

Gruppe 16. Hochspannungsschaltgeräte.

Gruppenberichter: Juillard (Schweiz).

Berichte:

101. Fallou (Frankreich): „Beitrag zur Untersuchung des Ausgleichsvorganges nach der Unterbrechung eines Kurzschlusses."
103. Bresson (Frankreich): „Öllose Schalter für hohe Spannungen und ölarme Schalter für Höchstspannungen."
107. Blanc (Rumänien): „Beitrag zur Kenntnis des Unterbrechungsvorganges im Wechselstromlichtbogen."
112. Tretjak und Shvetz (UdSSR): „Elektrische Festigkeit von Druckluft."
116. Krohne (Deutschland): „Beitrag zur Frage der Frequenz der wiederkehrenden Spannung bei Kurzschlußabschaltungen."
119. Prince (V. S. Amerika): „Weitere Entwicklung des Ölströmungsschalters (oil blast breaker)."
122. Morris Cassie (England): „Einige Gesichtspunkte zur Frage der Berechnung der wiederkehrenden Spannung in Netzen."
131. Kesselring (Deutschland): „Eigenfrequenz und Abschaltvermögen von Hochleistungsschaltern."
142. Young und Cornell (V. S. Amerika): „Dreipolige 287 kV-Trennschalter mit Motorantrieb für die 275 kV-Übertragungsleitung von Boulder Dam nach Los Angeles."
151. Juillard (Schweiz): „Experimenteller Beitrag zur Frage der wiederkehrenden Spannung im Wechselstromschalter nach Unterbrechung eines Netzkurzschlusses."
152. Rezelman und Langlois-Berthelot (Frankreich): „Das Prüffeld „Charleroi-Jeumont" zur Prüfung von Schaltern großen Ausschaltvermögens."

Einige der vorliegenden Berichte (101, 116, 122, 151) sowie der erste Teil der Erörterung befassen sich mit der für das Abschaltvermögen eines Schalters wichtigen Kenngröße der wiederkehrenden Spannung (Frequenz und Höhe) sowie mit den Einflüssen des Netzes auf diese Größe. Die übrigen Berichte und der zweite Teil der Aussprache beziehen sich auf die inneren Vorgänge im Schalter und auf Konstruktionseinzelheiten.

Fallou (101) berechnet für einige einfache Stromkreise den Verlauf der wiederkehrenden Spannung (Höhe und Eigenfrequenz) aus den Eigenschaften des Netzes. In verwickelteren Fällen dürfte die Rechnung wohl kaum durchführbar sein.

Krohne (116) zeigt, wie man die hauptsächlich auftretende Einschwingfrequenz und die Höhe der wiederkehrenden Spannung durch Kurzschlußversuche auch mit Niederspannung an den für das Auftreten der Einschwingwellen verantwortlichen Netzstellen ermitteln kann. Ferner wird ein angenähertes Berechnungsverfahren mittels eines einphasigen Ersatzstromkreises angegeben. Bei Abschaltversuchen von Kurzschlüssen hinter Drosselspulen im 30 kV-Netz der Bewag wurden Einschwingfrequenzen von 50 kHz[2]) mit einer Spannungshöhe bis zu 70 % der Betriebsspannung gemessen. Hervorgehoben wird der Einfluß großer dem Schalter benachbarter Induktivitäten sowie der Netzkapazität auf die Einschwingfrequenz. Die Durchführung derartiger Versuche an möglichst vielen Stellen bei den verschiedensten Netzbedingungen wird angeregt.

In diesem Zusammenhang interessieren die in der Schweiz in einem 150 kV-Drehstromnetz bei auf 70 kV erniedrigter Spannung und in einem 50 kV-Netz auf der Niederspannungsseite des Transformators (6 kV) durchgeführten Kurzschlußversuche mit Kathodenstrahloszillograph (Juillard, Bericht 151), die der Feststellung dienten, ob die Abschaltbedingungen für den Schalter im Prüffeld oder an seiner Verwendungsstelle im Netz schwerer sind.

Die Versuche auf der Niederspannungsseite (6 kV) haben ergeben, daß die wiederkehrende Spannung schwingungsartigen Verlauf mit mehreren Einschwingfrequenzen zeigt, wenn zwischen Leitung und Schalter eine konzentrierte Induktivität (Transformator) liegt. Durch Regelung einer zwischen Transformator und Schalter liegenden Drossel wurden verschiedene Eigenfrequenzen (höchste 67 kHz) eingestellt, bei 26 kHz wurde im Kurzschlußoszillogramm eine höchste Amplitude der wiederkehrenden Spannung vom 2,5fachen der betriebsmäßigen Sternspannung festgestellt. Ist der Schalter dagegen unmittelbar an die Hochspannungsleitung angeschlossen, so ergeben sich Schwingungen mit einer oder mehreren niedrigen Einschwingfrequenzen und außerdem sprungartiger Verlauf der wiederkehrenden Spannung mit großer Anstiegsgeschwindigkeit. Erleichternd für die Abschaltung wirkt die Dämpfung der Amplituden und die genügende Spieldauer zwischen dem Auftreffen der einzelnen reflektierten Wellen, so daß eine schrittweise Wiederherstellung der dielektrischen Festigkeit zwischen den Schalterkontakten möglich ist.

[2]) Die tatsächlich auftretende Einschwingfrequenz wird unter Berücksichtigung des bei dem gemessenen Wert vorhandenen Einflusses der Meßleitungen und Kondensatoren zu 70 kHz geschätzt.

Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß nach den Erfahrungen der letzten Jahre die Abschaltbedingungen für Schalter im Hochleistungsprüffeld schwerer sind als die im Netz auftretenden, daß jedoch bei den verschiedenen Eigenschaften der einzelnen Netze nur ein umfangreiches Versuchsmaterial zur weiteren Klärung des Einflusses der wiederkehrenden Spannung auf den Abschaltvorgang beitragen könne.

Morris Cassie (122) untersucht den Einfluß, den der Schalter selbst auf die wiederkehrende Spannung hat, wobei Einwirkung der Lichtbogenspannung, des unregelmäßigen Stromverlaufes vor dem Stromnulldurchgang und der elektrischen Leitfähigkeit der Lichtbogenstrecke nach Verlöschen des Lichtbogens zu beachten sind.

Hinsichtlich der Netzeinflüsse auf die wiederkehrende Spannung ergab die Aussprache, daß Kurzschluß-Abschaltversuche mit Niederspannung befriedigende Aufschlüsse zur Kenntnis des Einschwingvorganges der wiederkehrenden Spannung geben können. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß je nach den Netzverhältnissen an der Verwendungsstelle des Schalters die wiederkehrende Spannung aus mehreren Schwingungen verschiedener Frequenz und Amplituden bestehen kann, daß aber Kurzschlüsse im Netz auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse nicht die Gefahr bedeuten, die man ihnen ursprünglich beigemessen hatte. Zur Zeit ist eine zahlenmäßige Festlegung der Einschwingfrequenz als Kenngröße des Schalters mangels ausreichender Erfahrungen noch nicht möglich. Die Ausführung weiterer Kurzschlußversuche in möglichst vielen Netzen wird als dringend wünschenswert bezeichnet.

Mit inneren und konstruktiven Schalterfragen beschäftigen sich die Berichte 103, 107, 112, 119 und 131.

Bresson (103) beschreibt den Luftschalter der Firma Delle, dessen Wirkungsweise darauf beruht, daß bei relativ kleinem Blasdruck durch Einfügen eines Widerstandes der Strom im Lichtbogen verringert und die Löschung erleichtert wird. Diese Schalter sind für Spannungen bis 75 kV entwickelt worden. Für mittlere Schaltleistungen führt die weitere Ausbildung zum autopneumatischen Schalter, bei dem eine besondere Drucklufteinrichtung entbehrlich ist. Zur Verwendung in Freiluftanlagen mit Betriebsspannungen über 50 kV wird ein besonderer ölarmer Schalter („orthojecteur") beschrieben.

Prince (119) berichtet über die weitere Entwicklung des als Schnellschalter ausgebildeten Ölströmungsschalter (oil-blast breaker) der General Electric Co.; die in der Übertragungsleitung Boulder Dam—Los Angeles eingebaute Type für 287 kV, 2500 MVA (amerikanische Definition) wird beschrieben. Einzelheiten über die in dieser Anlage vorgesehenen dreipoligen 287 kV-Trennschalter mit Motorantrieb enthält Bericht 142 (Young und Cornell).

Kesselring (131) untersucht theoretisch den Einfluß der Lichtbogenspannung (Löschspitze und Anstieg) auf den Verlauf der wiederkehrenden Spannung (Steilheit und Einschwingfrequenzen) sowie den Einfluß von Parallelwiderständen zum Lichtbogen, wovon beispielsweise der Preßgasschalter von Delle Gebrauch macht. Sodann wird der zeitliche Verlauf der wiederkehrenden Festigkeit während der stromlosen Pause sowie die Abhängigkeit des Abschaltvermögens von der Eigenfrequenz für die einzelnen Schaltertypen (Preßgas-, Öl- und Wasserschalter) rechnerisch ermittelt.

Die Aussprache zeigte, daß in den letzten zwei Jahren auf dem Gebiet der öllosen und ölarmen Schalter zwar keine umwälzenden Neuerungen festzustellen sind, daß aber diese Schalterarten ständig weiterentwickelt wurden und voraussichtlich für große Leistungen die Ölschalter ganz verdrängen werden.

Begrüßenswert ist die Feststellung, daß die Schalterprüffelder ständig vervollkommnet und den schweren Prüfbedingungen angepaßt wurden.

Gruppe 17. Isolierstoffe.

Gruppenberichter: Schering (Deutschland).

Berichte:

105. Morris Thomas (England): „Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Verformung von Isolierpreßstoffen."
114. Kirch (Deutschland): „Das Verhalten der getränkten Papierisolation bei hoher Gleichspannung unter besonderer Berücksichtigung der Kabelisolation."
141. Suchowolskaya und Loguschkoff (UdSSR): „Einfluß des Ozons auf die Alterung der Maschinenisolation."
243. Mathis (Belgien): „Ausgußmassen für Kabelmuffen."

Aus dem Gruppenbericht von Prof. Schering bzw. aus der Erörterung sei folgendes hervorgehoben:

Im Bericht Kirch (114) wird an Hand von Versuchsergebnissen gezeigt, daß die Durchschlagspannung von ölgetränkten Papieren bei Gleichspannung über das Doppelte beträgt wie bei 50periodiger Wechselspannung und etwa das 1,7fache wie beim Spannungsstoß mit 50 µs Halbwertdauer[3]). An Hand von zyklischen Erwärmungs- und Abkühlungsversuchen wurde die große Überlegenheit des mit Gleichspannung gegenüber dem mit Wechselspannung gleichen Scheitelwertes beanspruchten Kabels nachgewiesen. Bei Gleichspannung konnte kein Knick der Verlustwinkelkurve abhängig von der Anzahl der Erwärmungszyklen festgestellt werden, während das Kabel bei Wechselspannung nach vorheriger Zunahme des Verlustwinkels bereits durchgeschlagen war. Der Berichterstatter kommt zum Schluß, daß unter Berücksichtigung aller im Betrieb vorkommenden Einflüsse die Höchstbeanspruchung des Kabels bei Gleichspannung auf das fünf- bis sechsfache der Wechselstrombeanspruchung steigen kann.

In dem russischen Bericht 141 wird dargelegt, inwiefern das durch Glimmen entstehende Ozon auf Asphaltisolation von Drehstromgeneratoren schädigend einwirkt; am wenigsten widerstandsfähig gegen Ozon zeigt sich das Papier in der Maschinenisolation, trotzdem wird die Lebensdauer der Maschinen bei normalen Betriebsverhältnissen auf 20 Jahre geschätzt. Die Aussprache ergab, daß zwar Fortschritte auf dem Gebiet der Asphaltisolation gemacht seien, aber noch keine ausreichenden Betriebserfahrungen hierüber vorliegen.

Im Bericht M. Thomas (105) wird das in England übliche Verfahren zur Prüfung der Wärmebeständigkeit von Isolierpreßstoffen (Cantilever test), das mit Stufen jeweils konstanter Temperatur arbeitet und eine erhebliche Zeitdauer beansprucht, mit der deutschen Schnellprobe nach Martens (konstante Belastung bei gleichmäßiger Temperatursteigerung) verglichen, indem an einer Anzahl Proben verschiedener Isolierstoffe Versuche mit beiden Verfahren angestellt wurden.

Schließlich gibt Matthis (243) eine Übersicht über die Anforderungen, denen Ausgußmassen von Kabelmuffen zu genügen haben, und leitet hieraus technische Prüfverfahren ab.

Gruppe 18 und 19. Verschiedenes.

Berichte:

102. Clothier (England): „Entwicklung gekapselter Schaltgeräte für Höchstspannungen seit 1925."
127. Angelini (Italien): „Spannungsänderungen in Wechselstromnetzen."
143. Wilczek (Ungarn): „Betriebserfahrungen mit dem Ein-Mehrphasen-Umformer und der Kandó-Lokomotive vom Standpunkt der industriellen Elektrifizierung."
149. Stokvis (Holland): „Vorschlag zur Veröffentlichung von Beiträgen zur Geschichte der Technik."
150. Lusignan und Rorden (V. S. Amerika): „Ein neues Hochspannungsversuchsfeld."
153. Yadoff (Frankreich): „Elektrische Energieversorgung durch Gezeitenkraftwerke."

Im Bericht Clothier (102) wird über die Entwicklung der eisengekapselten Hochspannungsgeräte unter Öl bis zu Spannungen von 132 kV der Firma Reyrolle und ihre Bewährung im Betrieb berichtet. Angelini (127) beschreibt eine auf graphischem Verfahren beruhende Vorrichtung zur schnellen Bestimmung der Spannungsänderung bei Transformatoren und Übertragungsleitungen, der sich auch für schwierigere Fälle, z. B. für vermaschte Netze und Drehstromnetze mit unsymmetrischer Belastung, Mehrwicklungstransformatoren usw. anwenden läßt. Im Bericht 150 (Lusignan und Rorden) wird das neue Hochspannungsversuchsfeld der Ohio-Brass Co. (V. S. Amerika) mit einer Stoßanlage bis zu 3 MV und einer

[3]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 617.

Hochfrequenzprüfanlage zur Erzeugung von Wellenzügen von 50 bis 100 kHz und Spannungen bis 750 kV beschrieben; für Hochspannungsprüfungen normaler Frequenz stehen 2 MV, für Hochstromversuche 5 kA zur Verfügung. Besondere Einrichtungen und Räume zur Staub- und Nebelprüfung von Isolatoren sowie für Versuche über Korona und Rundfunkstörungen sind vorhanden.

II. Abteilung. Bau, Isolierung und Wartung der Leitungen.

Gruppe 21. Kabel.

Gruppenberichter: Bakker (Holland).

Berichte:

202. Tschiassny (Tschechoslowakei): „Neue Erklärung für Fehler bei der Messung der dielektrischen Verluste von Kabeln und Isolierstoffen."
206. Gibrat (Frankreich): „Praktische Untersuchungen, die im Jahre 1934 über elektrolytische Korrosion an unterirdisch verlegten Leitungen und Rohren ausgeführt wurden."
209. Scott und Webb (England): „Neuere Entwicklung auf dem Gebiet der Kabelmuffen und -endverschlüsse."
210. Evrard (Belgien): „Erwärmung von Kabeln im Erdboden und in der Luft."
217. Wedmore (England): „Erwärmung von Kabeln durch Sonnenbestrahlung."
221. Borel (Schweiz): „Imprägnierung von Ölkabeln nach der Verlegung."
222. Schneeberger (Schweiz): „Prüfung von Höchstspannungskabeln nach der Verlegung."
236. Proos (Holland): „Hochspannungskabel mit fester und flüssiger Isolation."
237. Neumann und Zaitzeff (UdSSR): „Wirksamer Widerstand und Selbstinduktion von Stahl-Aluminium-Seilen."
243. Matthis (Belgien): „Füllmasse für Kabelmuffen."
247. Dunsheath (England): „Kabel mit unterteilten Gaskissen."
259. Bakker (Holland): „Bericht über die Vorschriften für Hochspannungskabel."
109. Siehe Gruppe 11.
114. Siehe Gruppe 17.

Im Anschluß an den Bericht 259 von Bakker, in dem angeregt wird, Richtlinien für internationale Kabelprüfvorschriften auch für Betriebsspannungen über 60 kV[4]) auszuarbeiten, ergibt sich u. a. die Frage der Stabilitätsprüfung. Die Erörterung ergab, daß diese Prüfung, bei der das unter Spannung stehende Kabel auf lange Dauer Erwärmungszyklen unterworfen wird, nur als Typenprüfung in Frage kommen könnte. Außerdem wurde im Zusammenhang mit dem Bericht 222 von Schneeberger der Vorschlag erörtert, zur Beurteilung der Kabeleigenschaften nicht die Abhängigkeit des Verlustfaktors, sondern der Kapazität von der Spannung zu benutzen. Diese sowie weitere die Prüfung von Kabeln betreffende Fragen wurden an den Kabelausschuß der CIGRE verwiesen.

Unter Bezugnahme auf die Berichte 221, 222, 236, 247 regt der Gruppenberichter an, die verschiedenen neueren Arten von Hochspannungskabeln einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen, nämlich: ölgefüllte Kabel mit hohlen Kupferadern bzw. mit Ölraum unter dem Bleimantel, Druckkabel, gasgefüllte Kabel, ferner Kabel mit unterteilten Gaskissen. Bezüglich der Herstellungsverfahren interessiert die von Borel beschriebene Imprägnierung von Ölkabeln nach der Verlegung. Im Bericht 209 schlagen Scott und Webb vor, bei Kabelendverschlüssen kegelförmige Kondensatoren mit Füllmitteln großer dielektrischer Verluste zur Verbesserung der Spannungsverteilung zu benutzen. Matthis (243) macht bestimmte Vorschläge über Anforderungen, die an Kabelvergußmassen zu stellen sind, u. a. bezüglich Schmelzpunkt, Erweichungspunkt, Anhaften am Metall, Gleichförmigkeit usw.; auch mit diesen Fragen soll sich der Kabelausschuß beschäftigen.

Gibrat (206) berichtet über Korrosionsmessungen an Hochspannungskabeln, Fernmeldekabeln, Gas- und Wasserleitungen mittels Potentiometerverfahren nach Schlumberger, mit dem der Stromaustausch zwischen Leiter und Erdboden gemessen wird.

[4]) Im Anschluß an die Prüfvorschriften für Kabel von 10 bis 60 kV, die demnächst von der IEC herausgegeben werden. Vgl. ETZ 56 (1935) S. 1400.

Im Anschluß an den Bericht von Gibrat (206) ergibt sich eine längere Erörterung über die Frage der Empfindlichkeit der Meßverfahren, der Elektroden sowie der noch zulässigen Grenzstromstärke mit Rücksicht auf Korrosionsgefahr.

Mit der Erwärmung von Kabeln befassen sich die Berichte 210 (Evrard) und 217 (Wedmore), der erstere behandelt u. a. die Erwärmung des Bleimantels bei unterirdischer Verlegung unter Berücksichtigung der veränderlichen Bodentemperaturen, im Bericht 217 wird der Einfluß der Sonnenstrahlung bei freiverlegten Kabeln untersucht. Täuber (109) berichtet über eine betriebsmäßige Temperaturüberwachungseinrichtung, bei der ein in thermischer Hinsicht dem zu untersuchenden Kabel gleichwertiger Versuchskörper über einen Stromwandler an das Kabel angeschlossen und die Erwärmung mit Widerstandsthermometer und Brückenschaltung gemessen wird. Im Anschluß an den Bericht 237 (Neumann und Zaitzeff), in dem Wirkwiderstand und Selbstinduktion von Stahl-Aluminium-Seilen rechnerisch und experimentell untersucht werden, gibt Vogel weitere Versuchsergebnisse zu dieser Frage bekannt.

Gruppe 22. Mechanische Leitungsberechnung.

Gruppenberichter: Lavanchy (Belgien).

Berichte:

203. Grevot (Frankreich): „Tafel zur schnellen und genauen Berechnung unsymmetrischer Spannfelder, ausgehend von der höchstzulässigen Beanspruchung am oberen Stützpunkt."
216. Alber (Frankreich): „Vereinfachtes Verfahren zur mechanischen Berechnung von Freileitungen."
228. Carpentier und Benoit (Frankreich): „Beitrag zur mechanischen Berechnung von Freileitungen an Hängeisolatoren."
242. Costes (Frankreich): „Rechentafel von Blondel für große Spannweiten."
249. Siehe Gruppe 23.
254. Sariban (Belgien): „Mechanische Berechnung von Hochspannungs-Freileitungen, Windbeanspruchung von Gittermasten und Leitersystemen."
256. Gellert (Ungarn): „Mechanische Berechnung von Übertragungsleitungen."
262. List (Tschechoslowakei): „Bericht über die Arbeiten des Ausschusses für mechanische Leitungsberechnung."

Die vorliegenden Berichte befassen sich zum größten Teil mit genauen und angenäherten Verfahren für die mechanische Leitungsberechnung. Einige Berichterstatter bevorzugen unabhängig von der Länge der Spannweite die Berechnung mit Hilfe der Gleichung der Kettenlinie, während andere Näherungsrechnungen mit Reihenentwicklungen für ausreichend halten, außerdem werden einige neue graphische Verfahren mit Nomogrammen vorgeschlagen.

In dem Bericht von Carpentier und Benoit (228) wird die Neigung der Drahtebene unter dem Einfluß waagerechter Kräfte (Wind) sogar für den Fall berücksichtigt, wenn die beiden Leitungs-Stützpunkte eine beträchtliche Höhendifferenz aufweisen.

Die Aussprache ergab, daß im allgemeinen eine Rechengenauigkeit in der Größenordnung von 1 bis 2 % unter Berücksichtigung der Toleranz bei den Materialkonstanten des Leiters völlig ausreicht und daher Näherungsrechnungen genügen. In Sonderfällen, z. B. bei sehr großen Spannweiten und großen Höhenunterschieden der Stützpunkte eines Spannfeldes, empfiehlt es sich jedoch, die Gültigkeit der angenäherten Formeln durch die genaue Berechnung nachzuprüfen.

Sariban (254) berichtet über die in Belgien in Aussicht genommenen Messungen der Windbeanspruchungen an einer Versuchsleitung sowie über in Vorbereitung befindliche Modellversuche im Windkanal. Dabei wird die Anregung gegeben, auch in anderen Ländern derartige Untersuchungen anzustellen.

Gruppe 23. Freileitungen.

Gruppenberichter: Gröbl (Deutschland).

215. Tuck (England): „Verschiedene Arten der Winddruckverteilung auf Freileitungen."
224. Jobin (Schweiz): „Beitrag zur Wahl von Freileitungsseilen."
227. Grezet (Schweiz): „Vorrichtung zur Fernmessung der mechanischen Spannung von Freileitungen."

229. Lebouteux (Kanada): „Die Wirkung der mechanischen Spannungsänderung auf die unbelasteten Leiter."
245. Strand (Norwegen): „Kraftleitungsberechnung und Seilbeanspruchung. Normale und drehungsfreie Seile."
249. Markt und Mengele (Österreich): „Die wirtschaftliche Bemessung von Bündelleiter-Leitungen."
250. Ravdonik (UdSSR): „Beitrag zur Heizung von Freileitungen."
255. Queunié (Frankreich): „Differential-Dehnungsmesser zur Messung der Längenänderung von Freileitungen."

Tuck (215) untersucht durch Messungen, wie die Verteilung des Winddruckes auf die Flächeneinheit längs eines Seiles von der Spannweite abhängt. Bei zwei im ebenen Gelände parallel zueinander im Abstand von 3 m gezogenen Versuchsleitungen mit zwei Feldern von je 92 bzw. 184 m Länge ergab sich eine Verminderung des spezifischen Winddruckes auf 85 % bzw. 80 % bei doppelter bzw. vierfacher Feldlänge. Bei weiten Talüberspannungen wird die Abnahme des spezifischen Winddrucks mit großer Spannweite z. T. durch den Einfluß der Höhe der Leitung über Erde wieder ausgeglichen; so ergab sich beispielsweise bei einer Talüberspannung von 430 m Spannweite durch beide Wirkungen eine resultierende Abnahme des Winddruckes je Längeneinheit von 8 % gegenüber einer Feldlänge von 92 m in der Ebene.

Jobin (224) gibt eine vergleichende Gegenüberstellung über die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Leiterbaustoffe unter der Voraussetzung, daß für die einzelnen Typen Querschnitte gleicher Leitfähigkeit bzw. gleiche Durchmesser mit Rücksicht auf Koronaverluste verwendet werden. Im letzten Fall können die vom Verfasser vorgeschlagenen Stahl-Kupfer-Seile bei gewissen Leiterquerschnitten wirtschaftlicher als Stahl-Aluminium- oder Aldrey-Seile sein. Für diese Stahl-Kupfer-Seile wären Untersuchungen hinsichtlich Korrosion erwünscht. Bei der Auswahl des Leiterstoffes ist die Schwingungsbruchgefahr der einzelnen Typen zu berücksichtigen.

In der Erörterung wurden die mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Leitermetalle sowie wirtschaftliche Fragen besprochen, wobei festgestellt wurde, daß z. Z. noch keine Erfahrungen über Korrosion von Stahl-Kupfer-Leitungen vorliegen.

Grezet (227) beschreibt eine Fernmeßanlage zur dauernden Überwachung der Eislast auf der Schöllenentalüberquerung der 150 kV-Gotthard-Leitung. Dabei wird die Zugbeanspruchung des Seiles an den Abspannketten mit Feder-Dynamometer gemessen und auf elektrischem Wege durch Telephonleitung auf die Talstation übertragen.

Lebouteux (229) behandelt die Ursachen der Vergrößerung des Durchhanges von Freileitungen nach längerer Betriebszeit durch bleibende Dehnung; diese wächst mit der Größe der erstmaligen Belastung und mit der Lagenzahl des Seiles. Es wird das Berechnungsverfahren von Varney empfohlen, das an Hand von Be- und Entlastungskurven den später auftretenden Durchhang zu bestimmen gestattet.

Der Bericht (245) von Strand enthält Ergebnisse von Dauerzugversuchen (z. T. bis zu einem Jahr) an Stahl-Aluminium-Seilen größerer Einspannlängen in Innenräumen und Freiluftspannfeldern als Grundlage zur Festlegung einer bestimmten Bruch-Zusatzlast in den norwegischen Freileitungsvorschriften. Auf Grund dieser Versuche wird als Bruchdehnung 0,6 % bei einer Bruchbeanspruchung von 27,5 km/mm² und einem Querschnittsverhältnis Stahl zu Aluminium gleich 1 : 6 empfohlen. Die Versuchsergebnisse werden schließlich mit der Theorie des drehungsfreien Seiles verglichen.

Ravdonik (250) berichtet über die Ergebnisse von Erwärmungsversuchen, die an Leitungsseilen bei verschiedenen meteorologischen Bedingungen und Strombelastungen durchgeführt wurden. Verfasser schlägt vor, die bisher in Rußland und anderen Ländern zulässigen Leitertemperaturen zu erhöhen. Für Aluminiumseile könnten Belastungen entsprechend einer Höchsttemperatur des Leiters von 100 °, für Kupferseile 120 °, zugelassen werden. Diese Zahlen müßten jedoch, wie die Aussprache ergab, in den einzelnen Ländern erst sorgfältig nachgeprüft werden.

Markt und Mengele (249) geben eine Berechnung über die günstigste Bemessung von Bündelleiter-Leitungen, die bekanntlich aus einer im regelmäßigen Vieleck angeordneten Anzahl von Teilleitern je Phasenleitung bestehen und den Zweck haben, die Koronagrenzspannung im Vergleich zum Einfachleiter wesentlich zu erhöhen und damit die Ableitungsverluste zu erniedrigen. Bündelleiter kommen aus wirtschaftlichen Gründen wohl erst bei Spannungen von 200 kV aufwärts in Frage. Die Übertragungsleistung läßt sich nach Angabe der Verfasser bei Bündelleitern gegenüber Einfachleitungen um 40 % steigern.

Im Bericht 255 (Queunié) wird eine auf optischem Verfahren beruhende Einrichtung hoher Genauigkeit zur Messung des Dehnungskoeffizienten von Seilen beschrieben. *(Fortsetzung folgt.)*

Das Problem der Dimensionen der Einheiten elektrischer und magnetischer Größen.

537. 11 + 538. 1

Es wird zur Zeit oft behauptet, daß man für die elektrischen und magnetischen Größen ein geschlossenes Maßsystem mit vier willkürlichen Einheiten und vier entsprechenden Dimensionen aufstellen kann. Gestützt auf die Berechnungen, welche die elektrischen und magnetischen Energiegrößen darstellen, läßt sich leicht zeigen, daß ein Maßsystem mit vier willkürlichen Einheiten zur Bestimmung der Werte der elektrischen und magnetischen Größen durchaus nicht bestehen kann. Durch die drei bekannten Hauptmeßverfahren, die auf Kraftmessungen beruhen, lassen sich nur dann auf experimentellem Wege die Einheiten der elektrischen Potentialdifferenz, der Stromstärke, ferner das magnetische Moment und die magnetische Feldstärke bestimmen, wenn man die Einheiten der Dielektrizitätskonstante ε und der Permeabilität μ kennt. Dabei werden die Einheiten der Länge, der Masse und der Zeit als bekannt vorausgesetzt.

Beim heutigen Stand der wissenschaftlichen Darstellung der elektrischen und magnetischen Größen ist man gezwungen, die Einheiten der Größen ε_0 und μ_0 willkürlich festzulegen. Demzufolge wurden als Einheiten die Größen ε_0, μ_0 des luftleeren Raumes aufgenommen, der als homogenes und vollkommen isotropes Medium angesehen werden kann. Man braucht somit neben den drei willkürlichen Einheiten cm, g, s noch die beiden willkürlichen Einheiten ε_0 und μ_0, um die Einheiten aller anderen elektrischen und magnetischen Größen festlegen zu können.

Das Vorhandensein verschiedener Maßsysteme beruht nur auf dem Bestehen der Maxwellschen Gleichungen. Es wäre verfehlt, an das Problem der Maßsysteme mit dem Coulombschen und dem Biot-Savartschen Gesetz in den elektrostatischen bzw. elektromagnetischen Formen heranzugehen, weil die Universalkonstante c dabei unberücksichtigt bleibt und ohne diese Größe das Problem unvollkommen erfaßt wird[1]). Die Anzahl der Dimensionen kann fünf, vier oder drei werden, je nachdem man die Universalkonstante c aus den Maxwellschen Gleichungen eliminiert oder nicht, die Größen ε_0 und μ_0 als mit Dimensionen behaftet oder als dimensionslos betrachtet. Sowohl in den Maxwellschen Gesetzen als auch in den Kraftausdrücken erscheint nicht die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Energieströmung $\frac{c}{\sqrt{\varepsilon\,\mu}}$, sondern die Universalkonstante c allein. Durch die willkürliche Festlegung der Größen ε_0 und μ_0 des luftleeren Raumes als Einheiten erhalten tatsächlich für einen solchen Raum die Größen c und $\frac{c}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}}$ gleiche Werte. Dasselbe trifft auch für $\mathfrak{B}_0$ und $\mathfrak{H}_0$ zu. Damit ist aber nicht gesagt, daß die obigen Größen physikalisch als identisch betrachtet werden können.

Es wird empfohlen, die Bezeichnungen „elektrostatisch" und „elektromagnetisch" für die entsprechenden Maßsysteme nicht mehr zu benutzen, sondern durch die Bezeichnungen „elektrisches" und „magnetisches" Maßsystem zu ersetzen. Das wird begründet, indem gezeigt wird, daß obige Systeme nicht ausschließlich für die Größen der elektrostatischen oder elektromagnetischen Felder durchgebildet wurden, sondern durch Eliminieren der Größe c aus den Maxwellschen Gesetzen entstanden sind.

[1]) Pl. Andronescu, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 1, S. 48.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 013. 1. 001. 5 **Ermittlung von magnetischen Feldbildern innerhalb der Maschinenwicklungen.** — Das Verfahren zur Ermittlung von Feldbildern aus der Überlagerung mehrerer Elementarbilder ist für das wirbelfreie Feld bekannt. Dasselbe Verfahren wird von J. F. H. Douglas sinngemäß für nicht wirbelfreie Gebiete abgeändert, wobei folgende drei Elementarfelder benutzt werden: 1. Feld in einer gleichmäßig stromdurchflossenen Maschinennut (Abb. 1 a und d), 2. Feld zwischen zwei langen Transformatorwicklungen (Abb. 1 b und e), 3. Feld einer gedachten Quellfläche (Abb. 1 c), die sinusförmig magnetisiert ist, und zwar beiderseits mit derselben Polarität gemäß Abb. 1 f (Divergenz $\gtreqless$ Null); dieses Feld erscheint in der Form $\varepsilon^{-kx} \cos ky$, wenn x und y die beiden Koordinaten sind[1]). Bei der Überlagerung wird die Permeabilität des Eisens als unendlich groß angenommen. Es ist zulässig, als fiktive Teilbilder divergente Felder zu verwenden; nur das resultierende Feld muß quellenfrei sein. Ebenso brauchen in einem in Wirklichkeit wirbelfreien Gebiet die fiktiven Teilfelder für sich nicht wirbelfrei zu sein.

Abb. 1*) Elementarfelder.

Abb. 2. Feldbild am Ende von Transformatorwicklungen.

Nach dem dargelegten Verfahren werden mit guter Näherung die Feldbilder in den Pollücken von Maschinen (unendliche Polzahl) mit und ohne Wendepole ermittelt. Dasselbe gilt für Feldbilder innerhalb der Fenster von Kerntransformatoren sowie in den Nuten von Maschinen, auch dann, wenn nur ein Teil der Nutenleiter stromdurchflossen ist oder die Isolierhülse berücksichtigt werden soll. Teilweise ist mehrfache Überlagerung erforderlich. In den angrenzenden wirbelfreien Gebieten muß das Feldbild nach einem der bekannten Verfahren ermittelt werden.

In der Abb. 2 ist als Anwendungsbeispiel das Feldbild am Ende von 2 Transformatorwicklungen (vgl. Abb. 1 e) gegeben. Zunächst ist das Feld näherungsweise dargestellt (Abb. 2 a): über die Spulenlänge ist die Induktion als ebenso groß wie bei unendlich langer Spule angenommen, außerhalb der Spule ist sie vernachlässigt. Demzufolge entsteht an der Spulenbegrenzungsfläche eine endliche Divergenz (insgesamt 12 Einheitsröhren). Es wird sodann ein Ausgleichsfeld nach Abb. 1 c (mit einer gleich großen, aber entgegengerichteten Gesamtdivergenz von 12 Einheitsröhren in der Spulenbegrenzungsfläche), vgl. Abb. 2 b, überlagert. Man verbindet die Schnittpunkte beider Teilfeldbilder und erhält in Abb. 2 c das resultierende Feldbild, bei dem die Divergenz überall gleich Null ist und die Induktion B stetig am Spulenende abnimmt (vgl. Abb. 2 c, unten).

Abb. 3. Feldbild in einer ungleichmäßig stromdurchflossenen Nut.

Abb. 3 c enthält die Darstellung eines verwickelteren Falles; hier ist der Nutenquerschnitt in 4 Teile unterteilt, wobei die Durchflutungen verschieden sind (0, —200, + 200, + 200). Zur Ermittlung des Feldbildes wird die tatsächliche Durchflutung in zwei Komponenten zerlegt, Abb. 3 a und b. Der Abb. 3 a entspricht ein Feld nach Abb. 1 b, der Abb. 3 b ein Feld nach Abb. 2 c. Ihre Überlagerung liefert das in Abb. 3 c dargestellte resultierende Feld. [J. F. H. Douglas, Electr. Engng. 54 (1935) S. 959.] *Ti.*

*) Die Abb. 1 bis 3 entsprechen nicht genau der Quelle; sie sind zur Erleichterung der Übersicht etwas abgeändert.

[1]) Vgl. Rogowski, Mitteilungen über Forschungsarbeiten (Berlin 1909) H. 71, S. 9 u. 11, Abb. 7. — Der Berichter.

621. 313. 33. 062 **Dreiphasen-Asynchronmaschine mit unsymmetrischer Schaltung.** — Von E. Widmann[1]) wurde eine Bremsschaltung der Dreiphasen-Asynchronmaschine angegeben, die sich von der normalen Schaltung der Maschine nur dadurch unterscheidet, daß Anfang und Ende eines Stranges der Ständerwicklung miteinander vertauscht werden. Dabei ergibt sich ein günstiger Zusammenhang zwischen Bremsmoment und Schlüpfung, die Ströme in den drei Strängen der Maschine bilden aber kein symmetrisches Dreiphasensystem mehr. W. Seiz und A. Drehmann behandeln nun die Berechnung der Ströme und des Drehmomentes. Der Gesamtstrom wird in „symmetrische Komponenten" aufgelöst, aber nicht genau nach dem bekannten Vorschlag von Fortescu[2]), sondern in einer davon etwas abweichenden, durch die Unsymmetrie der Wicklung bedingten Form. Trotz der recht verwickelten Vorgänge in der Maschine ergibt sich dabei ein ziemlich einfacher Rechnungsgang. Schließlich werden noch einige Änderungen der Grundschaltung untersucht, durch die der Zusammenhang zwischen Strom, Drehmoment und Schlüpfung beeinflußt und die meist vorhandene Unsymmetrie der Netzbelastung verkleinert oder beseitigt werden kann. [W. Seiz u. A. Drehmann, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 1, S. 60.]

[1]) BBC-Nachr. 20 (1933) S. 139.

[2]) Trans. Amer. Inst. elektr. Engr. 37 II (1918) S. 1037.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 39 : 534. 7 **Ein registrierender Analysator für den Hörfrequenzbereich.** — Die Erforschung der musikalischen Klänge und der Sprachlaute erfordert ein sehr rasch arbeitendes Analysierverfahren. Eine Einrichtung, mit deren Hilfe akustische Spektrogramme in 3 bis 10 s aufgenommen werden können, wurde kürzlich von Hall angegeben. Der grundsätzliche Aufbau der Anlage ist aus Abb. 4 ersichtlich. Ein Mikrophon formt den zu analysierenden Schall in elektrische Spannungsschwankungen um, die über einen Verstärker an einen Gegentaktmodulator gelangen; an dem Gegentaktmodulator liegt außerdem eine von einem Oszillator erzeugte Spannung, deren Frequenz das Gebiet von 20 bis 30 kHz mit konstanter Geschwindigkeit durchläuft. Ein zweigliedriges magnetostriktives Bandfilter, das auf annähernd 20 kHz abgestimmt ist, läßt nur Differenzfrequenzen zwischen den Teilschwingungen des Prüfschalls und der jeweiligen Oszillatorfrequenz durch. An das Filter ist ein logarithmischer Verstärker angeschlossen, dessen Ausgang an den Ablenkplatten eines Braunschen Rohres liegt. Eine Filmkamera, deren Ablauf mit dem frequenzbestimmenden Kondensator des Oszillators mechanisch gekuppelt ist, zeichnet die Ausschläge des Elektronenstrahls am Leuchtschirm der Röhre auf. Der erwähnte Kondensator wurde so gebaut, daß die Frequenzänderung dem Drehwinkel proportional ist; die Spektrogramme haben daher eine lineare Frequenzteilung. Durch ein Projektionssystem wird die Frequenzskala auf dem Leuchtschirm abgebildet und somit laufend mitphotographiert. Die Amplitudenteilung ist indessen infolge der besonderen Wirkungsweise des vor der Röhre liegenden Verstärkers logarithmisch zusammengedrängt; sie kann direkt in Dezibel geeicht werden. [Harry H. Hall, J. acoust. Soc. Amer. 7 (1935), S. 102.] *Gff.*

a Mikrophon
b Verstärker
c Gegentaktmodulator
d Bandfilter (20 kHz)
e logarithmisches Voltmeter
f Oszillator (20 bis 30 kHz)
g Filmkamera
h Kathodenstrahlrohr

Abb. 4. Grundsätzlicher Aufbau des Analysators.

621. 317. 7. 083. 5 : 621. 3. 021 + 621. 3. 027. 21 **Ein neuer elektrischer Kompensations-Meßverstärker.** — Die mit selbsttätiger Abgleichung arbeitenden Gleichstrom-Kompensationsgeräte, die insbesondere bei Temperaturmessungen mit Thermoelementen oder Widerstandsthermometern als Relais-Schreibgeräte in weitem Umfang angewendet und auch bei Kompensations-Fernmeßeinrichtungen benutzt werden, beruhen darauf, daß das im Nullzweig liegende Drehspul-Galvanometer durch eine sog. Nachlaufsteuerung eine zum Ändern der Vergleichspannung dienende Schleifdrahtanordnung so beeinflußt, daß der Nullzweig stromlos wird. Derartige Geräte haben als Kompensations-Tintenschreiber im allgemeinen eine geringe Einstellgeschwindigkeit (Einstellzeit etwa 15 bis 30 s), können aber neuerdings auch als Kompensations-Schnellschreiber[1]) (Einstellzeit etwa 1 bis 2 s) gebaut werden. Eine andere Möglichkeit, kleine Strom- und Spannungswerte (Größenordnung 0,1 mA bzw. 10 mV) ohne Energieverbrauch zu messen, besteht darin, daß man ein im Gleichstrom-Kompensationskreis liegendes, ohne mechanische Richtkraft arbeitendes Drehspul-Nullinstrument eine Bolometeranordnung[2]) oder eine als Hochfrequenzgenerator wirkende Röhrenschaltung[3]) unmittelbar so beeinflussen läßt, daß der von der Bolometeranordnung bzw. Röhrenschaltung erzeugte und einem Drehspul-Tintenschreiber zugeführte Vergleichstrom auf rein elektrischem Wege den Kompensationszustand herbeiführt.

W. Geyger beschreibt einen einfachen, auf einer ähnlichen Grundlage beruhenden Kompensations-Meßverstärker, der sehr kleine Strom- und Spannungswerte ohne Energieverbrauch zu messen und mit einem Drehspul-Tintenschreiber fortlaufend aufzuzeichnen gestattet. Das im Gleichstrom-Kompensationskreis liegende, ohne mechanische Richtkraft arbeitende Drehspul-Nullinstrument steuert eine stetig regelbare Gegeninduktivität von besonderer Bauart[1]) („Suchspule"), die den von einem wechselstromgespeisten Röhrenverstärker erzeugten und dem Drehspul-Tintenschreiber zugeführten Vergleichsstrom so beeinflußt, daß der Gleichstrom-Kompensationskreis stromlos wird. Die Einstellgeschwindigkeit ist hier durch die Einstellzeit des Tintenschreibers (etwa 1 s) gegeben, da die zwischengeschaltete Suchspule nebst Röhrenverstärker keine merkbare Verzögerung hervorruft. Man kann dabei mit einer Meßgenauigkeit von ± 1 % vom Skalenendwert rechnen. [W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 1, S. 35.]

[1]) W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 848.
[2]) G. Schützler, Meßtechn. 5 (1929) S. 275; H. Sell, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 112.
[3]) L. Brandenburger, Siemens-Z. 15 (1935) S. 467.

Elektrische Antriebe.

621. 34 : 621. 314. 6 : 621. 87 **Die Umstellung von Aufzügen von Gleichstrom auf Drehstrom.** — Gleichrichter bieten die Möglichkeit, Aufzüge mit verhältnismäßig niedrigen Kosten und ohne lange Betriebsunterbrechungen auf Drehstrom umzustellen. Die einfachste Lösung besteht darin, die Gesamtanlage über einen Gleichrichter zu speisen. Die Aufzugsanlage erfährt hierbei keine Änderung und die Umlegung der Zuleitungen von dem alten Gleichstromnetz an die Gleichstromklemmen des Gleichrichters kann in kürzester Zeit erfolgen. Kann der Gleichstrom-Hubmotor für andere Zwecke verwendet werden, so lassen sich die Umstellungskosten noch dadurch herabsetzen, daß der Hubmotor gegen einen Drehstrommotor ausgewechselt wird, während man die beizubehaltende Gleichstromsteuerung über einen kleinen Gleichrichter speist (Abb. 5). Die Umbauzeit beträgt hierbei etwa einen Tag, ist aber gegenüber dem vollständigen Umbau auf Drehstrom (4 bis 6 Arbeitstage) immer noch gering. Zur Speisung des getrennten Steuerstromkreises aus dem Drehstromnetz werden neuerdings vor-

—— Arbeitsstromkreis (Drehstrom)
- - - - Steuerstromkreis (Gleichstrom)
HS Überstrom-Hauptschalter
WS Wendeschalter
NS Notschalter
DM Drehstrommotor
G Trockengleichrichter
B Bremslüftmagnet
ST Stockwerkschalter

Abb. 5. Schaltanordnung eines mittels Gleichrichter für die Steuerung umgestellten Aufzuges.

[1]) W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 850.

zugsweise Trockengleichrichter genommen. Diesen ist bei Anlagen mit kleinerer Einschaltdauer vor anderen Gleichrichterarten der Vorzug zu geben, da die Trockengleichrichter stoßweise stark überlastbar sind, wenn sich die Platten anschließend genügend abkühlen können; der Gleichrichter kann somit kleiner und billiger gewählt werden. Wirkungsgrad (75 bis 80 %) und Leerlaufverbrauch (etwa 10 W) des Trockengleichrichters sind als günstig anzusehen. Die Ausführung getrennter Arbeits-(Drehstrom) und Steuerstromkreise (Gleichstrom, über Kleingleichrichter an das Drehstromnetz angeschlossen), wird von einigen Aufzugfabriken heute auch bei dem Bau neuer Drehstromaufzüge gewählt. [O. Heyl, Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 700.] *Rbr.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 001. 4 : 622 **Die Funkversuche unter und über Tage in Kotterbach und Ostrow.** — Die von V. Fritsch im Mährischen Karst seit 1930 und in dem Spateisensteinlager Kotterbach seit 1933 durchgeführten Funkversuche unter Tage haben einen doppelten Zweck[1]). Zunächst einmal sollen sie die Ausbreitung Hertzscher Felder im Innern eines Gebirges erforschen und damit Beiträge zur Schaffung einer Grubenfunktechnik liefern. Dann aber geht es vor allem darum, die heute schon bestehenden Verfahren der Funkmutung weiterzuentwickeln und entsprechende Beobachtungen zu sammeln. Bisher wurden diese Versuche nach dem Absorptions- und Kapazitätsverfahren durchgeführt. Die bisher erzielten Ergebnisse kann man ungefähr folgendermaßen zusammenfassen:

Wellen auf dem Rundfunkbande können in ein Schiefergebirge bis zu 300 m Teufe eindringen. Kurze Wellen von ungefähr 40 m Länge durchdringen Kalkgebirge bis zu mehreren hundert Meter Mächtigkeit. Im 80 m-Band ist die Ausbreitung auf Grund der bisherigen Versuche noch ungeklärt. Dagegen konnte am 25 m-Band die Ausbreitung ausreichend klar ermittelt werden. Was die Absorption anbelangt, so konnte in Übereinstimmung mit Petrowsky deren Abhängigkeit von der Frequenz deutlich beobachtet werden. Im allgemeinen nimmt die Absorption mit steigender Frequenz zu. Nach Überschreitung eines bestimmten Punktes tritt jedoch das Umgekehrte ein. Dieser Punkt liegt bei ungefähr 80 bis 90 m Wellenlänge. Aus diesem Grunde ist es auch erklärlich, daß z. B. in den Punkwahöhlen in Teufen von ungefähr 130 m schwache ungarische Amateursender auf dem 40 m-Band noch gut zu hören waren, während kürzere Rundfunksender nicht mehr empfangen werden konnten. Ähnliche Verhältnisse konnten auch in Kotterbach beobachtet werden. Die Ausbreitung der Hertzschen Felder ist in hohem Grade von der Tektonik, den geologischen Verhältnissen und vor allem von der Wasserführung und dem Wassergehalt des Gesteins abhängig. Die Versuche zeigten, daß der geologische Leiter in elektrischer Hinsicht in erster Linie durch seine flüssigen Anteile bestimmt ist, während feste oder gar gasförmige Bestandteile nur mittelbar zu seiner elektrischen Bestimmung Beitrag leisten.

Das Absorptionsverfahren versucht die Aufschließung irgendeines Gebirgsvolumens durch Bestimmung der Absorption, die ein Hertzsches Feld bei der Durchstrahlung dieses Raumes erleidet. Obwohl bisher nur sehr ungenügende theoretische Grundlagen vorhanden sind, konnte doch durch zahlreiche Beobachtungen und ihre richtige Auswertung ein größerer Hohlraum vorbestimmt werden, der dann tatsächlich ein Jahr später aufgeschlossen wurde.

Das sog. Kapazitätsverfahren ersetzt das aus Antenne und geologisch aufzuschließendem Untergrunde gebildete elektrische Leitersystem durch eine reine Kapazität oder aber durch einen aus Kapazität und ohmschem Widerstand gebildeten Ersatzleiter und schließt aus den Größen dieser Leiter auf die Beschaffenheit des Untergrundes. In Kotterbach und Ostrow wurde nur das erste Verfahren angewandt. Die Ersatzkapazität wurde hierbei entweder als eine Funktion des geographisch bestimmten Ortes unter der Voraussetzung gleicher Antennenhöhe oder aber als Funktion der Antennenhöhe unter der Voraussetzung des gleichen Meßortes dargestellt. Beide Arten des Kapazitätsverfahrens wurden in ungefähr 200 Fällen angewendet und die auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse verwertet. In Kotterbach wurde bisher versucht, durch Anwendung beider Verfahren über einem geologisch aufgeschlossenen Gelände Vergleichsunterlagen für weitere Messungen zu erhalten und vor allem die Ersatzleiter für geologisch wichtige natürliche Leiter zu bestimmen. In Ostrow dagegen wurde über dieses Programm hinausgehend auch versucht, mit Hilfe der Funkmutung neue Höhlen festzustellen. Dies führte bisher in einem Falle zu einem brauchbaren Erfolge, während die Überprüfung anderer Voraussagen noch im Gange ist. Die weiteren Aufgaben, die diese Versuche in funktechnischer Hinsicht zu bewältigen haben, sind ungefähr folgende: Weiterer Ausbau des Kapazitätsverfahrens; Bestimmung wichtiger geologischer Leiter in Abhängigkeit von ihrer Textur und Hydrologie; Entwicklung des Absorptionsverfahrens; Untersuchung kurzwelliger und ultrakurzwelliger Hertzscher Feldausbreitung in geologischen Leitern und Mitteln sowie Entwicklung praktisch brauchbarer Funkmutungs- und Grubenfunkgeräte. [Volker Fritsch, Hochfrequenztechn. 46 (1935) S. 124.) *Sb.*

[1]) V. Fritsch berichtete über seine Versuche z. B. an folgenden Stellen: Hochfrequenztechn. 39 (1932) S. 136; 41 (1933) S. 218; 46 (1935) 124; 46 (1935) S. 186. Beitr. angew. Geophysik; 4 (1934) S. 416; 5 (1935) S. 315. Montan. Rdsch.; (1934) H. 4 u. 9; (1935) H. 2.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 312. 62 **Versuche zur Supraleitung[1]).** — Eine geschlossene frei drehbare Stromschleife in einem äußeren Magnetfeld zeigt bei Abkühlung unter den Sprungpunkt, bei dem die Supraleitung eintritt, eine starke Abnahme ihrer Schwingungsdauer, weil in diesem Zustand die einmal induzierten Ströme als Dauerströme bestehen bleiben und so zu der elastischen eine zusätzliche magnetische Richtkraft hinzutritt. Aus dem gleichen Grunde kann ein solches System einer Verdrehung des Torsionskopfes nicht ganz folgen. Es entsteht ein solcher Induktionsstrom, daß die gesamte Kraftlinienzahl konstant bleibt. Das System stellt sich so ein, daß magnetisches und elastisches Drehmoment sich im Gleichgewicht halten. Wird das äußere Magnetfeld verstärkt, so stellt sich das System mehr und mehr parallel zum Feld, damit der Kraftlinienfluß konstant bleibt. Für die Verteilung eines von außen zugeführten Stromes auf zwei parallel geschaltete Schleifen ist allein die Selbstinduktion maßgebend, so daß die Verteilung anders ist als oberhalb des Sprungpunktes. Bestehen die Schleifen aus einem glatten und einem mit Knicken versehenen Draht, so verschiebt sich bei Eintritt der Supraleitung der Strom in die glatte Schleife, weil die glatte Schleife bei etwas höherer Temperatur in den supraleitenden Zustand übergeht und die dadurch entstehende Stromverteilung wegen der Selbstinduktion auch bestehen bleibt, wenn der geknickte Draht supraleitend wird. Die Messung des Sprungpunktes zeigt, daß er für einen geraden Zinndraht um 0,006 ° höher liegt als für einen geknickten. Die Ursache liegt darin, daß an den Knickstellen die Rekristallisation schneller verläuft als im ungeknickten Draht. Die Kristallite sind also im geknickten Draht größer. Daß bei größeren Kristalliten die Supraleitung später eintritt, läßt sich durch Messungen an Drähten zeigen, bei denen durch geeignete Vorbehandlung die Kristallitgröße etwa im Verhältnis 1 : 10 verändert worden ist. Der Einfluß wird verständlich, wenn man annimmt, daß die freien Elektronen auf Grund einer axialen Struktur ihrer elektromagnetischen Felder wechselseitig Richtkräfte aufeinander ausüben und bei Eintritt der Supraleitung einen axial geordneten Aggregatverband, einen Elektronenkristall, bilden. In dem einzelnen Metallkristallit bildet sich der Elektronenkristallit um so schwieriger, je größer jener ist. Induziert man in einem geschlossenen supraleitenden Stromkreis einen Dauerstrom, so kann man durch Beobachtung seiner zeitlichen Änderung eine Aussage über den ohmschen Widerstand machen. Es zeigt sich, daß im supraleitenden Zustand der Widerstand auch für geknickte Drähte unmeßbar klein ist und daß in einem aus zwei Supraleitern zusammengesetzten Kreisring der Dauerstrom auch die Schweißstellen durchsetzt. Erwärmt man eine dieser Schweißstellen, ohne die Supraleitung zu zerstören, so müßte eine Thermokraft einen mit der Zeit anwachsenden elektrischen Strom hervorrufen. Ein solcher Thermostrom ist nicht nachweisbar; also tritt zwischen Supraleitern keine Thermokraft auf. [J. Stark, W. Meißner, K. Steiner und P. Graßmann, Physik. Z. 36 (1935) S. 515, 516, 519, 520, 524, 525, 527.] *Br.*

[1]) Vgl. W. Meißner, ETZ 56 (1935) S. 1061.

537. 534 **Ionenoptische Abbildungen mit elektrischen Linsen.** — Da die Gesetze der geometrischen Elektronenoptik für geladene Teilchen überhaupt gelten (man sollte deshalb nach dem Vorschlage von Brüche und Scherzer allgemein von „Korpuskeloptik“ sprechen), berichten Koch und Walcher über Versuche mit einem „Ionenmikroskop“, bei dem Kaliumionen verwendet wurden. Aufgabestellung und Lösung entsprechen dabei den ersten Versuchen mit dem Elektronenmikroskop[1]): Eine mit Ionen durchstrahlte Blende wurde abgebildet und versucht, die emittierende Anode abzubilden. Magnetische Linsen erweisen sich für Ionenbildung als nicht geeignet, da sie für schwere Teilchen bei der erforderlichen Spannung zu hohe Ströme brauchen, während bei elektrischen Linsen unabhängig von der Teilchenart das Verhältnis von Linsen- und Beschleunigungsspannungen das gleiche ist. Die verwendeten elektrischen Linsen sind Röhrenlinsen der von Knoll beschriebenen Art[2]), von denen die beiden äußeren auf gleichem Potential lagen. Es zeigte sich, daß die durch die Ionen verursachte Raumladung einen wesentlichen Einfluß auf die Bildgröße hat, einen Einfluß, der bei den viel schnelleren Elektronenstrahlen im allgemeinen zu vernachlässigen ist. [J. Koch u. W. Walcher, Z. Physik 97 (1935) S. 131.] *Hrg.*

Hochspannungstechnik.

621. 3. 014. 4 : 531. 6 **Eine neue Erscheinung an erwärmten Drähten mit Koronaentladung.** — Bei der Untersuchung von Hochspannungssicherungen wurde zufällig eine bisher unbekannte Schwingungserscheinung gefunden. Die Versuchsanordnung ist folgende: Ein Platindraht wird nach Abb. 6 zwischen zwei festen Punkten

T Transformator *PQ* Platindraht *R* Regelwiderstand i_h Strommesser

Abb. 6. Schaltanordnung zum Nachweis der Schwingungserscheinung.

P und *Q* lose ausgespannt. Der Draht wird mit dem Strom 0,8 A belastet. Leitet man gleichzeitig durch Einschalten des Hochspannungstransformators *T* eine Koronaentladung bei 30 kV ein, so gerät der Draht in lebhafte Drehschwingung um die Achse *PQ*. Die Erscheinung wird folgendermaßen erklärt: Der Draht wird durch den Belastungsstrom erhitzt. Erhält er im Augenblick des Einschaltens der Hochspannung eine zufällige Bewegung, z. B. durch elektrostatische Anziehung, so ist die Luft auf seiner Stirnseite (in bezug auf die Bewegung) kühler als auf der Rückseite. Daher ist auf der Rückseite die Koronastromdichte größer. Die den Draht umgebende, von gleichnamigen Ionen gebildete Raumladungswolke ist daher auf der Rückseite dichter und übt eine Abstoßungskraft aus, die den Draht in Richtung der begonnenen Bewegung weitertreibt.

Die eben gegebene Erklärung wurde durch quantitative Versuche überprüft und bestätigt. Das schon von anderer Seite[3]) beobachtete Schwingen von Drähten mit Koronaentladung (Schwingung in einer Ebene) ist von der oben beschriebenen Erscheinung am geheizten Draht verschieden und beruht auf der Ablösung von Luftwirbeln. [A. Güntherschulze u. H. J. Hesse, Z. Physik 97 (1935) S. 113.] *Br.*

Chemie.

537. 312 **Brennstoffelement mit festem Elektrolyten.** — Manche chemische Verbindungen ändern sich wesentlich in gewissen Eigenschaften durch einen winzigen Überschuß an ihrem einen Bestandteil. So leitet Zinkoxyd nach Fortnahme von ein wenig Sauerstoff um Größenordnungen besser, umgekehrt verhält sich Kupferoxydul nach Sauerstoffzufuhr, was für die Wirkung von Trockengleichrichtern wichtig ist. Auch Elektromotorische Kraft bis 0,5 V kann man erzeugen, indem man in einem länglichen, gleichmäßig mit überschüssigen neutralen Kaliumatomen erfüllten Kaliumbromidkristall durch Längselektrolyse auf der einen Seite die Kaliumatome vermindert, dann auf beiden Querseiten Platinelektroden einbohrt und auf 700° erhitzt. W. Schottky hat jetzt nach der Nernstschen Formel für Konzentrationsketten die Zusammenstellung: Sauerstoff oder Chlor / fester Elektrolyt / Wasserstoff durchgerechnet. Er folgert, daß ihre Leistungsfähigkeit davon abhängt, daß erstens die Diffusion an den Elektroden nicht gehemmt werden darf und zweitens der elektrische Widerstand des Elektrolyten klein sein muß. Würde diese Aufgabe gelöst, so besäße eine Kette mit festem Elektrolyten vor dem Brennstoffelement mit geschmolzenem Elektrolyten den großen Vorzug, daß neutrale Diffusionsströme nicht auftreten. — Brennstoffelemente sind schon oft erfunden worden, haben sich aber niemals praktisch bewährt, weil die Leistung im Verhältnis zum Aufwand an Apparatur und Stoffen zu gering war. Der Ber. [Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 14 (1935) H. 2, S. 1.] *K. A.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 616. 9 : 621. 9 **Die Bearbeitung von Isolierstoffen.** — Der Aufsatz behandelt die mechanische Bearbeitung der gummifreien, typisierten Isolierpreßstoffe und der Schichtstoffe Hartpapier, Hartgewebe sowie Mikanite. Bei der Auswahl der Bearbeitungsmaschinen ist zu bedenken, daß bei der trockenen Zerspanung der Isolierstoffe viel Kunstharz- und Füllstoffstaub auftritt, der die Maschinenführungen schnell verschleißt. Mit reichlicher Wasserzufuhr wird nur beim Schleifen mit keramisch gebundenen Scheiben gearbeitet, um das Verschmieren der Scheiben zu verhüten. Die Kunstharze und ihre Füllstoffe stumpfen die Werkzeugschneiden schnell ab. Es ist deshalb ratsam, zum Drehen, Bohren, Senken und Reiben nur Widia-Hartmetall zu verwenden, da bei diesen Bearbeitungen die Werkzeugschneiden ständig im Schnitt stehen und dadurch stark beansprucht werden. Beim Fräsen und Sägen werden die Werkzeugzähne nicht so stark beansprucht, da der einzelne Zahn nur kurze Zeit schneidet. Man verwendet deshalb auch Fräser aus Schnellstahl. Kreissägen aus besonders zusammengesetztem Gußstahl oder Schnellstahl können mit hoher Schnittgeschwindigkeit laufen; solche mit eingelöteten Widiazähnen haben sehr lange Standzeit. Bandsägen aus Gußstahl sind allgemein in Anwendung. Hartpapier und Hartgewebe lassen sich gut stanzen; die hierfür verwendeten Schnitte sind die gleichen wie für Eisen und Nichteisenmetalle. Zum Nachschleifen rauher Schnittflächen oder zum Abschleifen von Preßgrat verwendet man endlose Schmirgelbänder oder Schmirgeltellerscheiben. Gewindebohrer müssen große Spannuten haben, um ein Ausreißen der geschnittenen Gewindegänge zu verhüten. Für kleine Gewinde, wie M 3 und M 4, eignen sich am besten Bohrer mit zwei Spannuten. Allgemein ist zu beachten, daß die in dem Aufsatz behandelten Isolierpreßstoffe an den Bearbeitungskanten, je nach der Füllstoffart, zum Ausbröckeln oder zur Fransenbildung neigen. Dieser Übelstand kann vermieden werden, wenn man mit fest angespannten Gegenlagen arbeitet. Aus dem gleichen Grunde müssen auch Bohrbuchsen fest am Werkstück liegen. Die Bestimmung der Schnittgeschwindigkeiten ist von der Art der Bearbeitungswerkzeuge und von der niedrigen Wärmeleitfähigkeit der Isolierpreßstoffe abhängig. Bei der Aufstellung von Herstellungsgenauigkeiten darf man nicht in den Fehler verfallen, die Abmaße der Einheitswelle- und Einheitsbohrungstafeln ohne Einschränkung zu übernehmen. Diese Tafeln sind für Eisen und Nichteisenmetalle aufgestellt und gelten für Isolierpreßstoffe nur zum Teil, da diese Stoffe andere physikalische und mechanische Eigenschaften haben, wie z. B. Quellen der Oberflächen je nach dem Grad der Wasseraufnahmefähigkeit, geringerer Elastizitätsmodul, geringere Festigkeit, z. T. größere lineare Wärmeausdehnung. [A. Krüger, Masch.-Bau 14 (1935) S. 609.] *Sb.*

[1]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 1122.
[2]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 846, dort Abb. 3 c.
[3]) E. Kühn, Koronaverluste bei hoher Gleichspannung, Dissertat. T. H. Dresden 1934.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Elektrizitätsversorgung Chinas.

621. 311. 1 (51)

Übersicht. Auf Grund des letzten Jahresberichts der National Construction Commission, Nanking, zur öffentlichen Elektrizitätsversorgung Chinas im Jahre 1933 wird der Stand dieser in den einzelnen Provinzen gezeigt und kurz auf die Pläne der chinesischen Regierung zum weiteren Ausbau in Verbindung mit dem der Industrie unter vornehmlicher Ausnutzung von Wasserkräften eingegangen.

Die National Construction Commission, Nanking, hat Oktober 1934 einen statistischen Bericht zur öffentlichen Elektrizitätsversorgung Chinas für das Kalenderjahr 1933 herausgegeben, dem ein weiterer noch nicht gefolgt ist. Die industriellen Kraftanlagen sind in dem Bericht nicht enthalten. Nach dem Bericht bestanden im Jahre 1933 in China 458 Elektrizitätswerke für die öffentliche Stromversorgung, unter denen 10 Werke in ausländischem Besitz sind. Letztere liegen in den Fremdenniederlassungen der Städte. (Zahlentafel 1 und 2.) Einen Überblick nach der Leistung der Werke gibt Zahlentafel 3, in der aber die ausländischen Werke nicht mitgezählt sind. Einschließlich dieser entfallen auf Klasse I: 12 Werke, auf II: 30, auf III: 89, während in der Klasse IV Werke ausländischen Besitzes nicht vorhanden sind, so daß es in dieser bei 327 Werken einheimischen Besitzes verbleibt. Die Zahlentafel 1 erstreckt sich über die 24 Provinzen, aus denen sich z. Z. die Republik China zusammensetzt. Die früher zu China gehörenden Provinzen Jehol, Liaoning, Kirin, Heilungkiang, die heute die Mandschurei bilden, sind in der Zahlentafel nicht enthalten. Einen Überblick zu dieser Neugestaltung Chinas gibt die Abb. 1 zum chinesischen Jahresbericht 1932 [ETZ 55 (1934) S. 347]. Nach den Zahlentafeln 1 und 2 sind in den 458 Werken installiert: 251 495 + 244 645 = 496 140 kW. Gegen 1932 hat sich damit die installierte Leistung um 3,7 %, ausschließlich des Auslandsbesitzes sogar um 6,4 % erhöht. Über die Werksklassen verteilt sich die Gesamtleistung wie folgt: Klasse I: 367 365 kW, II: 92 827 kW, III: 24 207 kW, IV: 11 741 kW. Zahlentafel 4[2]) gibt die Verteilung der Werke einheimischen Besitzes nach Antriebskraft und Stromart. Unter Einschluß der Werke im Auslandsbesitz sind Dampfturbinen und Dampfkolbenmaschinen mit 434 977 kW, Dieselmaschinen mit 59 002 kW, Wasserturbinen mit 2161 kW die Antriebskraft. Die Stromerzeugung aller Werke hat mit 591 401 304 + 949 443 270 = 1 540 844 574 kWh um 14,7 % gegenüber 1932, ohne Auslandsbesitz sogar um 16,1 % zugenommen. Erzeugt wurden durch Dampfturbinen und Dampfkolbenmaschinen 1 424 648 092 kWh, durch Dieselmaschinen 112 093 957 kWh und durch Wasserturbinen 4 102 525 kWh. Die Bevölkerung Chinas wird zu 458 117 422 Köpfen (Zahlentafel 1) angegeben. Hiervon wurden 29 828 000 durch die 458 Werke mit Elektrizität versorgt. Gegen 1932 ist die mit Elektrizität versorgte Bevölkerung um 14 % gestiegen.

Die Zahlentafel 1 gibt einen guten Überblick über die Erzeugung und die Benutzung elektrischer Arbeit durch die Bevölkerung in den einzelnen Provinzen. An der Spitze steht die Provinz Kiangsu mit installierter Leistung, Erzeugung und Benutzung. Bei ihren 119 El.-W. gehören 3 zur Klasse I, 7 zu II, 18 zu III

Zahlentafel 1. Verteilung der Kraftwerke in einheimischem Besitz über die Provinzen.

Provinzen	Anzahl der E.W.	Eigentümer: Regierung	Eigentümer: privat	Eigentümer: Regierung u. privat	Eigentümer: In- und Ausland	Erzeugung kWh/Jahr	Anlagekapital $ [1])	Einkommen $/Jahr [1])	Bevölkerung 1933	Elektrizitätsversorgung d. Bevölkerung in %
1. Kiangsu	119	3	116	—	—					
	mit kW 84 077	23 510	60 567	—	—	225 360 907	34 293 859	15 936 717	34 129 683	20,7
2. Chekiang	120	1	119	—	—					
	mit kW 32 382	32	32 350	—	—	42 219 659	14 560 674	4 445 913	20 627 653	17,5
3. Anhwei	29	1	27	1	—					
	mit kW 4 228	640	3 568	20	—	7 853 357	2 992 481	866 936	20 715 406	3,5
4. Kiangsi	11	—	11	—	—					
	mit kW 2 332	—	2 332	—	—	4 864 706	1 439 060	598 435	24 534 000	1,9
5. Hupeh	15	—	15	—	—					
	mit kW 19 464	—	19 464	—	—	55 258 357	8 815 519	3 281 020	26 739 800	5,8
6. Hunan	10	—	10	—	—					
	mit kW 6 518	—	6 518	—	—	14 199 415	2 155 848	1 234 632	30 017 581	2,8
7. Szechuan	19	3	14	2	—					
	mit kW 1 580	80	1 372	128	—	2 966 347	1 741 870	504 246	72 190 000	1,1
8. Hsikang	1	—	1	—	—					
	mit kW 25	—	25	—	—	40 000	21 000	7 100	1 400 000	0,6
9. Fukien	22	—	22	—	—					
	mit kW 9 892	—	9 892	—	—	21 571 292	4 812 548	2 070 689	25 235 184	5,2
10. Kwangtung	41	1	40	—	—					
	mit kW 36 004	24 000	12 004	—	—	93 641 509	14 535 167	6 162 609	33 178 078	6,9
11. Kwangsi	9	2	7	—	—					
	mit kW 1 759	1 088	671	—	—	3 290 800	1 160 267	427 764	12 258 335	2,9
12. Kweichow	1	1	—	—	—					
	mit kW 150	150	—	—	—	285 784	88 900	22 513	6 993 874	1,2
13. Yunnan	3	—	3	—	—					
	mit kW 1 852	—	1 852	—	—	3 498 000	1 383 300	468 000	9 839 180	1,3
14. Hopeh	12	1	9	1	1					
	mit kW 25 311	—	21 507	3 104	700	48 826 689	15 985 159	4 294 178	28 415 442	13,3
15. Honan	6	—	6	—	—					
	mit kW 1 186	—	1 186	—	—	1 593 879	1 039 002	296 027	32 844 462	1,0
16. Shantung	17	1	15	—	1					
	mit kW 21 080	80	7 200	—	13 800	54 832 592	7 096 784	3 294 123	36 502 636	4,1
17. Shansi	8	—	8	—	—					
	mit kW 2 549	—	2 549	—	—	7 621 436	1 563 744	524 957	12 228 155	2,2
18. Shensi	0	—	—	—	—					
	mit kW —	—	—	—	—	—	—	—	11 802 451	—
19. Kansu	2	1	1	—	—					
	mit kW 111	91	20	—	—	175 000	93 000	31 000	9 750 645	0,4
20. Charhar	1	—	1	—	—					
	mit kW 385	—	385	—	—	596 300	375 323	92 537	1 997 015	3,4
21. Suiyuan	2	—	2	—	—					
	mit kW 608	—	608	—	—	2 705 275	632 732	201 944	2 123 915	7,4
22. Ninghsia	0	—	—	—	—					
	mit kW —	—	—	—	—	—	—	—	1 342 425	—
23. Chinghai	0	—	—	—	—					
	mit kW —	—	—	—	—	—	—	—	700 000	—
24. Sinkiang	0	—	—	—	—					
	mit kW —	—	—	—	—	—	—	—	2 551 502	—
insgesamt	448	15	427	4	2					
	mit kW 251 495	49 671	184 072	3 252	14 500	591 401 304	114 786 237	44 761 340	458 117 422	5,5

[1]) Ende 1933: 100 RM = 118,647 $. Wegen der im Jahre 1933 vielfachen Kursschwankungen ist eine Umrechnung in RM unterblieben.
[2]) Erscheint im Schluß, Heft 7.

Zahlentafel 2. Elektrizitätswerke im Auslandsbesitz.

Name	Leistung in kW	Stromart	Antriebskraft	Erzeugung kWh	Höchstlstg. 30 min	Belastungsfaktor %	Ausnutzungsfaktor %
Shanghai Power Co (Kiangsu)	161 000	Wechselstr. 50 Hz 380/220 V	Dampfturb.	801 583 000	133 134	69,8	56,8
Shanghai, Straßenbahn und Licht	26 320	Wechselstr. 50 Hz 190/110 V	Ölmotor	54 387 168	15 180	40,8	23,6
Tientsin (Hopeh) Licht u. Strb.	15 800	Wechselstr. 50 Hz 380/220 V	Dampfturb.	32 420 780	8 525	43,3	23,4
Tientsin, engl. Konz.	7 500	Wechselstr. 50 Hz 380/220 V	Dampfturb.	14 104 479	3 590	44,8	21,4
Tientsin, franz. Konz.	6 000	Wechselstr. 50 Hz 380/220 V	Dampfturb.	6 000 000	4 000	17,1	11,4
Tientsien, japan. Konz.	2 000	Wechselstr. 50 Hz 380/220 V	Dampfturb.	3 800 000	—	—	—
Hangchow (Chekiang) engl. Konz.	5 200	Gleichstr. 440/220 V	Dampfturb.	5 900 000	—	—	—
Hangchow (Chekiang) amerikan. Konz.	820	Gleichstr. 440/220 V	Ölmotor Dampfturb.	940 000	350	30,6	11,7
Hangchow (Chekiang) japan. Konz.	505	Gleichstr. 440/220 V	Ölmotor	440 083	210	23,9	10,0
Kowloon (Kwangtung)	19 500	Wechselstr. 50 und 60 Hz, 350/200 V	Dampfturb.	29 867 760	7 570	45,0	17,5
insgesamt	244 645			949 443 270			

Zahlentafel 3. Verteilung der Kraftwerke in einheimischem Besitz nach der Leistung in kW.

Werksgröße	Anzahl	Leistung kW	Erzeugung kWh/Jahr	Anlagewert je kW $ [1]	Verhältnis: Kapital zu Einkommen	Betriebskosten: Brennstoff, Lohn, Unterhaltung %	Abschreibung %	Verzinsung %	Überschuß %	kWh/Kopf u. Jahr	Belastungsfaktor %	Ausnutzungsfaktor %	Leitungs- u. andere Verluste %
Stelle I. 10 000 kW und mehr	8	144 745	359 514 992	287	2,09	56,2	9,3	13,0	21,4	61,5	47,5	25,2	25,6
II. 1001…10 000 kW	26	72 126	168 098 820	421	2,14	65,9	11,1	10,4	12,2	27,3	35,4	24,0	32,3
III. 101…1000 kW	87	22 882	42 571 121	587	2,70	73,1	10,0	7,6	9,3	9,0	27,0	22,1	28,7
IV. 100 kW und darunter	327	11 741	21 216 371	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
	448	251 495	591 401 304	etwa 460									

[1]) Siehe Zahlentafel 1.

und 91 zu IV. Während im Durchschnitt auf den Kopf der Gesamtbevölkerung 1,2 kWh/Jahr entfallen, sind es in dieser Provinz 6,6 kWh. Mit 2,85 kWh je Kopf der Bevölkerung und Jahr folgt die Provinz Kwangtung, in der nur 41 El.-W. mit den Klassengrößen I: 1, II: 4, III: 11, IV: 25 vorhanden sind. In der Provinz Chekiang entfallen 2 kWh auf den Kopf der Bevölkerung im Jahr. Gleichwohl ist der elektrisierte Bevölkerungsanteil mit 17,5 % erheblich höher wie der in der Provinz Kwangtung mit 6,9 %. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Stromerzeugung weit mehr über die Provinz Chekiang als in Kwangtung verteilt ist. Unter den Elektrizitätswerken in der Provinz Chekiang befinden sich von der Klasse I: 1, II: 4, III: 8, IV: 107. Die Provinz ist ähnlich entwickelt wie die Provinz Kiangsu, nur hat diese bereits mehr als den dreifachen Bedarf an elektrischer Arbeit, 6,6 kWh gegen 2 kWh je Kopf der Bevölkerung. Über den allgemeinen Durchschnitt mit 1,2 kWh je Kopf der Bevölkerung folgen die Provinzen Hupeh mit 2,07 kWh, Hopeh mit 1,72 kWh, Shantung mit 1,52 kWh. Die Werksklassenverteilung in diesen Provinzen ist: Hupeh mit 15 Werken, in Klasse I: 1, in II: 1, in III: 5, in IV: 8, Hopeh mit 12 Werken, in Klasse I: 1, in II: 1, in III: 6, in IV: 4, Shantung mit 17 Werken, in Klasse I: 1, in II: 2, in III: 5, in IV: 9. Der Anteil der angeschlossenen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung (Zahlentafel 1) der Provinz ist besonders hoch in Hopeh mit 13,3 %, sie folgt damit unmittelbar dem in der Provinz Chekiang. Zu beachten ist, daß in den vorstehend angeführten 6 Provinzen: Kiangsu, Kwangtung, Chekiang, Hupeh, Hopeh, Shantung, die Kraftwerke mit 10 000 kW und mehr installierter Leistung liegen. In den Provinzen Kiangsu, Kwangtung, Chekiang, Hopeh liegen auch die Werke ausländischen Besitzes (Zahlentafel 2). Von den übrigen Provinzen zeigt die Provinz Fukien mit 22 Werken, unter denen zur Klasse I: 0, zu II: 2, zu III: 5, zu IV: 15 gehören, mit 5,2 % Bevölkerungsanteil an der Elektrisierung und 0,87 kWh je Kopf und Jahr die fortgeschrittenste Entwicklung. Keine Kraftanlagen haben die Provinzen Shensi, Ninghsia, Chinghai, Sinkiang. *(Schluß folgt.)*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621.311.003 (43)

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Elektricitätswerk Unterelbe AG.	O E W Oberschwäbische Elektrizitätswerke	Kraftwerk Thüringen AG.	Hamburg. Electricitäts-Werke AG.	Großkraftwerk Mannheim AG.	Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart	Berliner Kraft und Licht (BEWAG) AG.	Amperwerke Elektricitäts-AG.	Elektrizitätswerke der Stadt Leipzig
Wohnsitz		Altona	Biberach a. d. Riß	Gispersleben	Hamburg	Mannheim	Stuttgart	Berlin	München	Leipzig
Letztes Geschäftsjahr		1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 4. 34 bis 31. 3. 35	1. 7. 34 bis 30. 6. 35	1. 4. 34 bis 31. 3. 35	1. 4. 33 bis 31. 3. 34	1. 7. 34 bis 30. 6. 35	1. 7. 34 bis 30. 6. 35	1. 4. 34 bis 31. 3. 35
Art und Gebiet der Versorgung		Versorgung der Stadt Altona und Umgebung	Landesversorgung	Überlandwerk, überwiegend Landwirtschaft	Großstadtversorgung und Fernheizwerke	Versorgung benachbarter Werke	Versorgung der Stadt Stuttgart u. Umgebung	Finanzges. für die Elektr.-versorgung Berlins	Überlandversorgung	Stadtversorgung
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1935, S. 443 I	1934, S. 1231 VI	1934, S. 1231 VIII	1934, S. 1231 IX	1935, S. 624 III	1934, S. 704 I	1935, S. 443 VI	1935, S. 443 VIII	—

*) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 45, S. 1234.

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke u. Gebäude	10³ RM	31 953	27 929	3 645	131 852[1])	5 241		232 578	17 010	31 853
	„	34 525	32 042	3 392	123 174	5 235		228 845	16 742	31 829
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	30 607	46 088	10 909	95 584[1])	16 616	35 606[1])	412 426	30 135	64 972
	„	28 946	38 729	10 582	92 904	16 130	35 212	409 278	29 453	64 475
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	—	154	19	871	88		8 850	851	467
	„	—	124	6	840	—		5 910	807	—
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	879	—	—	1 988	85		—	—	—
	„	826	—	—	1 988	84		—	—	—
Summe I	10³ RM	63 439[1])	74 210	14 573	230 295	22 030	35 606	653 854	47 996	97 232
	„	64 297	70 895	13 980	218 906	21 449	35 212	644 033	47 002	96 304
II. Beteiligungen	„	50[2])	8 495[1])	17	61	50	—	3 340	—	3
	„	21	10 050	16	53	45	—	3 340	—	0,1
III. Umlaufsvermögen: 1. Vorräte	„	480	789	288	1 634	512	661	3 789	83	416
	„	430	568	266	1 141	474	754	3 173	104	453
2. Eigene Aktien	„	—	—	—	—	12	—	—	—	—
	„	—	—	—	—	12	—	—	—	—
3. Forderungen: a) an abhängige u. Konzerngesellschaften	„	863	796	904	7 494[2])	214	4 952[2])	1 222	—	7 576
	„	540	196	1 048	8 243	—	4 906	1 543	—	—
b) an sonstige Schuldner	„	4 505	5 080	1 202	7 109	1 358	2 294	20 690	2 084	913
	„	4 165	3 047	902	5 466	1 699	268	18 263	1 944	6 846
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Hyp., Bankguthaben, Kasse usw.)	„	546	4 391	2 057	8 315[3])	4 444[1])	978	46 144[1])	170	47
	„	4 095	4 623	2 308	10 495	4 435	903	78 033	402	276
Summe III	10³ RM	6 394	11 056	4 451	24 552	6 540	8 885	71 845	2 337	8 952
	„	9 230	8 434	4 524	25 345	6 620	6 831	101 012	2 450	7 575
IV. Bilanzschlußzahl	10³ RM	69 883	93 761	19 041	254 908	28 620	44 491	729 039	50 333	106 187
	„	73 548	89 379	18 520	244 304	28 114	42 043	748 385	49 452	103 879
b) Passiva										
I. Grundkapital	10³ RM	22 500	—	6 960	89 000	6 150	—[3])	240 000	28 000[1])	13 069
	„	22 500	—	6 960	89 000	6 150	11 244	240 000	25 000	13 064
II. Reservefonds	„	998	11 300	1 460	16 527	320	—[3])	22 802	2 715	4 591
	„	914	8 300	1 480	16 527	305	—	25 448	2 653	4 093
III. Rückstellungen	„	1 030	7 321[1])	490	3 092	692	185[3])	37 835	768	1 521
	„	1 128	734	608	3 129	667	—	15 229	756	1 369
IV. Wertberichtigungen	„	23 368	34 800	9 031	87 000	12 013	1 652[3])	208 340	11 515	75 575
	„	20 861	32 343	8 419	78 000	10 213	—	184 591	10 654	74 767
V. Verbindlichkeiten:									295	2 946
									3 499	—
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	6 338	10 750	—	691	—	8051[3])	—	4 490	7 960
	„	5 299	10 827	—	170	—	—	—	4 512	8 359
2. aus Anleihen	„	11 835	27 277	——	30 655	8 052	32 375	167 186	572	525
	„	17 879	34 709	19	32 220	9 135	29 930	213 455	780	2 227
3. sonstige	„	1 962	2 219	461	20 664	1 122	349	26 284	8 357	11 431
	„	3 247	2 425	404	17 769	1 374	178	43 071	8 791	10 586
Summe V	10³ RM	20 135	40 246	461	52 010	9 174	40 775	193 470	48 355	106 187
	„	26 425	47 961	423	50 159	10 509	30 108	256 526	47 854	103 879
VI. Reingewinn	10³ RM	1 852	94	679	7 279	271	1 879[3])	26 592[2])	1 978	—[1])
	%	7	—	8	8	4	—	8	6	—
	10³ RM	1 720	41	630	7 489	270	691	26 591	1 598	—[1])
	%	7	—	8	8	4	—	10	6	—
VII. Bilanzschlußzahl	10³ RM	69 883	93 761	19 041	254 908	28 620	44 491	729 039	50 333	—
	„	73 548	89 379	18 520	244 304	28 114	42 043	748 385	49 452	—
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für 1. Betrieb	10³ RM	3 280	1 855	642	16 907	604	7 269	56 008[3])	1 616	4 817
	„	3 034	1 692	571	14 999	625	6 417	27 191	1 699	4 886
2. Sonstiges	„	2 016	3 849	354	4 732	639	2 732	19 716	1 589	1 706
	„	2 227	2 816	444	4 989	431	1 800	20 125	1 375	1 747
II. Abschreibungen und Rückstellungen	„	5 001	6 610	1 154	10 036	1 846	4 210	41 852	1 089	461
	„	3 442	3 298	1 044	9 650	2 861	4 429	33 366	1 078	1 110
III. Zinsen	„	525	2 245	—	1 591	280	2 353	6 406	335	395
	„	816	2 435	—	1 530	408	2 757	3 404	456	553
IV. Steuern und soziale Abgaben	„	710[2])	259	362	4 336	439	327	16 136	1 341	209
	„	364	221	364	3 490	469	345	11 188	1 450	—
Summe a)	10³ RM	11 532	14 818	2 512	37 602	3 808	16 891	140 118	6 170	7 528
	„	9 883	10 462	2 423	33 658	4 794	15 748	95 275	6 064	8 296
V. Reingewinn	„	1 852	94	679	7 279	270	1 879	26 592	1 978	14 517
	„	1 720	41	630	7 489	270	691	26 591	1 598	13 608
VI. Schlußzahl der Ertragsrechnung	10³ RM	13 384	14 912	3 191	44 881	4 079	18 770	166 710	8 146	22 045
	„	11 603	10 503	3 053	42 147	5 064	16 439	121 866	7 662	21 904
b) Erträgnisse:										
I. Betriebseinnahmen aus: 1. Stromverkauf	10³ RM	8 447	11 199	2 903	42 558	3 442	18 641	139 754	7 720	21 632
	„	8 523	9 778	2 797	40 168	3 481	16 359	119 545	7 334	20 513
2. Sonstigem	„	3 664	238	184	75	—	129	2 192	314	413
	„	1 823	365	178	69	—	80	242	259	1 390
Summe I	10³ RM	12 111	11 437	3 087	42 633	3 442	18 770	138 946	8 034	22 045
	„	10 348	10 143	2 975	40 235	3 481	16 439	119 787	7 593	21 904
II. Beteiligungen	„	1 212	365	0,1	625	—	—	—	—	—
	„	1 200	317	—	551	—	—	—	—	—
III. Vortrag u. Sonstiges	„	61	3 100[2])	104	1 623[4])	637[2])	0	27 764[2])	114	—
	„	57	43	78	1 361	1 583	0	2 079	69	—
IV. Schlußzahl der Ertragsrechnung	10³ RM	13 384	14 912	3 191	44 889	4 079	18 770	166 710	8 146	22 045
	„	11 603	10 503	3 053	42 147	5 064	16 439	121 866	7 662	21 904

Zu I. Elektricitätswerk Unterelbe AG., Altona.

Die eigene Stromerzeugung betrug im Berichtsjahre 81,582 (75,276) Mill kWh; bezogen wurden 5,345 (4,748) Mill kWh; insgesamt 86,928 (80,028) Mill kWh; nutzbar abgegeben wurden 73,116 (66,290) Mill kWh, was einer Steigerung von 10,3 % entspricht. Die Zahl der Gefolgschaft erhöhte sich um 41 auf 510 Personen. Der durch Tilgung und Umtausch der Dollarbonds erzielte Buchgewinn von 2 205 204 RM wird unter „außerordentliche Erträge" ausgewiesen und zu direkten Abschreibungen und Löschung des Disagiokontos verwendet.

Bilanzanmerkungen:

1 Die Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke werden in einer Bilanz gemeinschaftlich behandelt. Von den mit 63,439 Mill RM angegebenen Anlagevermögen entfallen 40,109 Mill RM auf das Elektrizitätswerk; in der Ertragsrechnung werden Gas- und Wasserwerke als Beteiligungen ausgeworfen.

2 Neu hinzugekommen 29 500 RM Beteiligungen an der neu gegründeten Gesellschaft für Arbeitsbeschaffung m. b. H., Altona, gemeinsam mit der Stadt Altona.

3 Die Erhöhung ist eine Folge der zum ersten Male in Erscheinung tretenden Zahlung der Körperschaftssteuer, welche aber, da sie der Stadt Altona zufließt, mit dieser mit den dorthin abzuführenden Abgaben verrechnet wird.

Zu II. OEW Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach a. d. Riß.

An Strom wurden erzeugt in eigenen Wasser- und Wärmekraftwerken 129,1 (120,9) Mill kWh und bezogen 92,4 (66,0) Mill kWh; insgesamt 221,5 (186,9) Mill kWh, was einer Steigerung von 18,5 % entspricht; nutzbar abgegeben wurden 185,2 (156,3) Mill kWh oder ebenfalls 18,5 % mehr als im Vorjahr.

Bilanzanmerkungen:

1 Die Beteiligung am Elektrizitätswerk der Argen-AG. in Wangen ist wegen Liquidation dieser Gesellschaft gelöscht worden; Aktiva und Passiva sind unter Berücksichtigung der bereitgestellten Reserven von den OEW übernommen.

2 Hierin enthalten eine in der Bilanz gesondert aufgeführte Position: Währungsunterschiede aus noch im Umlauf befindlichen Dollarbonds 6 058 024 RM.

3 Hierin enthalten ein Währungsgewinn aus den zurückgezahlten Dollarbonds von rd. 2,8 Mill RM.

Zu III. Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben.

Die Erzeugung und der Bezug elektrischer Arbeit erhöhten sich um 22,6 % auf 29,154 Mill kWh, die nutzbare Abgabe um 25,5 % auf 25,762 Mill kWh. Die im Vorjahr beschlossenen Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen mit einem Aufwand von etwa 1½ Mill RM sind durchgeführt worden; erneut sind rd. 1 Mill RM zur Verfügung gestellt. Die Kopfzahl der Gefolgschaft konnte infolge dieser Maßnahmen um weitere 11 % erhöht werden.

Zu IV. Hamburgische Electricitäts-Werke AG., Hamburg.

Die Stromabgabe betrug 425,122 (371,192) Mill kWh, was einer Steigerung von 14,5 % entspricht.

Bilanzanmerkungen:

1 Durch den am 1. 1. 1935 erfolgten Anschluß des von der Hamburger Hochbahn AG. erworbenen Kraftwerkes hat das Anlagevermögen einen Zugang von 11 752 725 RM erfahren.

2 Dieser Posten besteht aus im voraus geleisteten Abgaben an den Staat Hamburg.

3 In diesem Posten sind enthalten Depositenguthaben bei Banken und Sparkassen rd. 3 850 000 RM sowie zur späteren Schuldentilgung bereits angekaufte Bonds der 7 %-Dollaranleihe von 1925 im Nominalwert von 1 183 500 $.

4 Der Posten enthält neben internen Verrechnungsbeträgen den Gewinn, der durch den freihändigen Rückkauf der im Betriebsjahre getilgten Stücke der Dollaranleihe von 1925 erzielt worden ist.

Zu V. Großkraftwerk Mannheim AG., Mannheim.

Der Stromabsatz betrug 194,830 (169,468) Mill kWh, erfuhr also eine Steigerung von 15,9 %; die Eigenerzeugung ist von 129,068 Mill kWh auf 159,746 Mill kWh gestiegen, der Rest ist von den Pfalzwerken AG., Ludwigshafen, bezogen. — Von den im eigenen Bestand befindlichen Dollaranleihe-Bonds sind weitere 220 000 $ in 5 %-Reichsmark-Schuldverschreibungen auf der Basis 1000 $ = 3000 RM Nominalwert umgewandelt worden; der Betrag der hinterlegten eigenen Dollaranleihen betrug außerdem 135 000 $ Bonds.

Bilanzanmerkungen:

1 Hierin enthalten 0,900 Mill RM rückständige Einlagen auf das Grundkapital, 0,180 Mill RM Effekten, 2,408 Mill RM Wechsel und 0,695 Mill RM Bankguthaben.

2 Neben Kursdifferenz aus den Rückkäufen und der Zinszahlung der Dollaranleihe hauptsächlich Gewinn aus der Umstellung von Dollaranleihe auf Reichsmark-Schuldverschreibungen. Die Beträge sind zu Sonderabschreibungen verwendet worden.

Zu VI. Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart.

Das Elektrizitätswerk ist ein Teil der seit dem 1. 5. 1933 in Kraft getretenen Neuorganisation der „Technischen Werke der Stadt Stuttgart". Für die eizelnen Betriebe gibt die Gesamtdirektion gesonderte Bilanzen in gemeinsamem Bericht aus. Die gesamte Stromerzeugung und Bezug betrug 232,221 (179,660) Mill kWh, d. h. 29,3 % Steigerung, die nutzbare Abgabe 143 695 (115,773) Mill kWh, d. h. 33,3 % Steigerung gegen das Vorjahr. Der Fremdstrom wurde vom Bayernwerk, den OEW, dem Badenwerk und den Neckarwerken bezogen. — Die Zahl der Belegschaftsmitglieder des Elektrizitätswerks ist im Berichtsjahre von 600 auf 649 Köpfe erhöht worden.

Bilanzanmerkungen:

1 Der Bericht und die Bilanz geben die Werkanlagen nur in einem Posten ohne jegliche Gliederung an.

2 Diese Position enthält die Forderung an die Allgemeine Verwaltung aus übergebenen Effekten und Beteiligungen sowie die Überschußlieferung, d. h. die Ablieferung des erzielten Gewinnes des Eltwerks.

3 Infolge der Neuorganisation sind die Passiva in der Bilanz des Eltwerks umgestellt worden. Das Eigenkapital fällt fort und erscheint als Verbindlichkeit gegenüber der Allgemeinen Verwaltung unter V 1. Neu eingestellt sind dagegen Rückstellungen für Selbstversicherung unter III und für Erweiterung, Erneuerungen und Abnutzung unter IV. In den früheren Bilanzen waren hierfür keine getrennten Angaben gemacht worden.

Zu VII. Berliner Kraft- und Licht-(BEWAG) AG., Berlin.

An Strom wurden erzeugt und bezogen 1401,252 (1269,590) Mill kWh, nutzbar abgegeben 1269,979 (1142,874) Mill kWh, was einer Steigerung von 9⅜ % entspricht. — Nach Angaben des Berichtes haben sich die Anleihen und Schuldverpflichtungen um rd. 62 000 000 RM ermäßigt, während die Bestände an Guthaben, Wertpapieren und Barmitteln sich um 28 000 000 RM vermindert haben. — Der Deutschen Golddiskontbank wurden zur Bildung eines Anleihestocks für die Aktionäre 4 480 000 RM von der Dividende für das Geschäftsjahr 1933/34 überwiesen.

Bilanzanmerkungen:

1 Hierin enthalten 7 529 228 RM Effekten und 32 084 916 RM Guthaben bei verschiedenen Banken.

2 Die Erhöhung wird mit der um rd. 4 % betragenden Absatzsteigerung begründet und mit den dazu notwendigen Umschaltungsarbeiten, die alle aus dem Überschuß des laufenden Jahres gedeckt sind.

3 Hierin enthalten neben einigen freigewordenen Rückstellungen auch die Buchgewinne, die sich aus dem Rückgang der Anleiheverpflichtungen ergeben haben. Ein Betrag von rd. 19 200 000 RM ist für Sonderrückstellung für Wertberichtigungen verwendet.

Zu VIII. Amperwerke Elektrizitäts-AG., München.

Erzeugt und bezogen wurden 104,062 (92,830) Mill kWh; der in der Hauptsache von den Neckarwerken AG. gelieferte Fremdstrom betrug 48,534 (41,010) Mill kWh.

Bilanzanmerkung:

[1] Das Aktienkapital ist um 3 Mill auf 28 Mill RM erhöht worden, worauf wiederum 6 % Dividende verteilt wurde.

Zu IX. Elektrizitätswerk der Stadt Leipzig, Leipzig.

In den beiden städtischen Kraftwerken Nord und Süd wurden erzeugt 117,511 (105,253) Mill kWh und bezogen von den Elektrowerken Zschornewitz 32,670 (32,707) Mill kWh, d. s. zusammen 150,182 (137,961) Mill kWh oder eine Steigerung von 8,86 %. Nutzbar abgegeben wurden 129,045 (126,550) Mill kWh. Am meisten stieg der Absatz bei der Großindustrie (rd. 8,6 %). — Die Zahl der Belegschaftsmitglieder stieg für das Eltwerk von 629 auf 649 Köpfe.

Bilanzanmerkung:

[1] Der erzielte Reingewinn wird direkt mit der Stadtkasse verrechnet und erscheint daher nicht besonders in der Bilanz, wird vielmehr sofort über verschiedene Verbrauchskonten verbucht und dürfte unter Aktivposten III 3 enthalten sein. *Trb.*

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]).** — Während die gesamte Erzeugung der 122 Werke im November 1935 gegen den Vormonat um 11 Mill kWh (0,6 %) abgenommen hat, ist sie arbeitstäglich um 4,8 Mill kWh (7 %) und, verglichen mit dem November 1934, um 129,9 bzw. 5,2 Mill kWh (je 8 %) gestiegen. Der gewerbliche Verbrauch war im Oktober bei den erfaßten 103 Werken um 44,7 Mill kWh (7 %) größer als im September, je Arbeitstag allerdings um 0,2 Mill kWh schwächer. Das Ergebnis des vorjährigen Parallelmonats wurde um 80,2 bzw. 2,9 Mill kWh (je 14 %) übertroffen. Der arbeitstägliche Verbrauch je 1 kW Anschlußwert stellte sich nach reichsamtlicher Angabe um 8 % höher als im Oktober 1934. *fm.*

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
VII.*)	1519,0	1307,3	56,3	50,3	611,7	536,0	22,7	20,6	4,42	4,21
VIII.	1586,8	1399,0	58,8	51,8	630,3	552,9	23,3	20,5	4,56	4,18
IX.	1602,9	1410,2	64,1	56,4	615,3	549,3	24,6	22,0	4,76	4,45
X.	1782,0	1585,5	66,0	58,7	660,0	579,8	24,4	21,5	4,71	4,36
XI.	1771,0	1641,1	70,8	65,6	.	586,2	.	23,4	.	4,70

*) Die Angaben für die ersten 6 Monate 1935 sind in ETZ 56 (1935) S. 1285 veröffentlicht.

621. 311. 1 (438) **„Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Polens"** [ETZ 56 (1935) S. 1394]. — Außer den im obigen Aufsatz angeführten größeren Kraftwerken Polens bedürfen die „Zakłady Elektro" (Elektro-Werke), G.m.b.H. in Ober-Lazisk (Ostoberschlesien) noch der Erwähnung, welche das Überlandwerk „E. O. L. Elektrownia Okręgowa" am gleichen Ort betreiben. Dieses Elektrizitätswerk versorgt fast den ganzen Kreis Pleß (47 Gemeinden) mit Strom und gehört zu den bedeutendsten Großkraftwerken Polens überhaupt. Die Maschinenleistung beträgt 110 000 kVA (u. a. zwei Maschinensätze zu je 40 000 kVA). Der Stromabsatz des Werkes erhöhte sich von 13 803 714 kWh im Jahre 1933 auf 16 032 228 kWh im Jahre 1934. Die Zahl der Stromabnehmer erfuhr im Verlauf der letzten fünf Jahre (1930 bis 1934) eine Zunahme von 3673 auf 9000, die Zahl der Transformatorenstationen in der gleichen Zeit von 73 auf 108. Das Überlandwerk in Ober-Lazisk arbeitet mit den „Oberschlesischen Elektrizitätswerken" in Chorzow auf das 60 kV-Netz der Woiwodschaft Schlesien parallel. *Dr. P.*

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 67; 57 (1936) H. 1, S. 25.

621. 311. 1. 023 (44) **Betrachtungen über die Politik der Krafterzeugung in Frankreich.** — Die beiden Arten der aufgespeicherten Sonnenkraft, Kohle und Öl, können mit dem Kapital, die dritte Art der Sonnenkraft, die Wasserkraft, mit einem immer erneuerten Einkommen verglichen werden. Wollte man die Ausnutzung des Einkommens vor einer Kapitalabgabe den Vorzug geben, so müßte man sich für den vollkommenen Ausbau von Wasserkraftwerken entscheiden. Eine nähere Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Krafterzeugung führt jedoch zu ganz anderen Ergebnissen. Ungeachtet dessen, daß das Kohlenkapital für Frankreich einen Vorrat für 400 Jahre vorstellt, die gewiß noch die Möglichkeit zur direkten Ausnutzung der Sonnenkraft zulassen, muß die Frage hauptsächlich vom Standpunkt der Verteilung der Unkosten und des Kapitalaufwands untersucht werden. Die Unkosten verteilen sich in folgender Weise:

	Wasserkraftwerk %	Wärmekraftwerk %
Löhne	11	44
Verschiedenes	9	7
Kapitaldienst	67	29
Tilgung	13	20
	100	100

Berücksichtigt man die Entfernung der Wasserkraft- und der Verbrauchsgebiete in Frankreich, so sind die Stromkosten am Verbrauchsort ungefähr dieselben für die Wasser- und die Kohlenkraft. Wie man sieht, ist jedoch die Verteilung sehr verschieden. Bei der Kohlenkraft ist der Anteil der Löhne viermal, der Anteil der Tilgung (also Erneuerung, die der Industrie zugute kommt) 1,7mal größer als bei der Wasserkraft. Dagegen ist der Kapitaldienst 2,3mal kleiner. Vom Standpunkt der Gesamtwirtschaft des Landes ist also die Kohlenkrafterzeugung die günstigere Lösung.

Nur solche Wasserkräfte sollten ausgenutzt werden, die im Vergleich zur Kohle einen billigeren Strom liefern könnten. Ein planmäßiger Ausbau mit Rücksicht auf den tatsächlichen Strombedarf ist notwendig. Der heutige Überschuß an verfügbarer Kraft soll, bevor man den Bau von neuen Wasserkraftwerken unternimmt, durch Schaffung von neuen Absatzmöglichkeiten erschöpft werden. Das im Wasserkraftausbau in Frankreich heute investierte Kapital beträgt 415 Mill RM[1]), was mit dem den nicht voll ausgenutzten Wärmekraftwerken entsprechenden Kapital etwa 670 Mill RM ausmacht. Empfehlenswert ist weiter der Ausbau von ganzen Flußtälern, womöglich in einem großen Wasserkraftwerk, ein Zusammenschluß von allen auf einem Fluß liegenden Kraftwerken sowie von allen Wasserkraftwerken eines Gebietes.

Die Mineralölerzeugung ist gegenwärtig gegenüber der Kohlenerzeugung so günstig, daß der Ölpreis je Tonne im Hafen Frankreichs etwa die Hälfte des Kohlenpreises betragen und zu einer stürmischen Ersetzung der Kohle und des Wassers in zahlreichen Gebieten führen würde. Hier hat das Einschreiten der öffentlichen Macht (Steuer und Zoll) eine Verteidigung der heimischen Kraftquellen zur Folge. Die heute fühlbar gewordene Konkurrenz der Ölkraft gegenüber der Kohlenkraft ist nur vorübergehend. Jedoch wird die Kohle nie die von der Ölkraft schon gewonnenen Anwendungsgebiete erobern können.

Was die Strompreise anlangt, glaubt der Verfasser, daß das letzte Einschreiten der öffentlichen Macht[2]) den Strompreis unter die Grenze, die der freien Auswirkung der wirtschaftlichen Gesetze zwischen Angebot und Anfrage entsprechen würde, gedrückt hat. Dagegen spielen diese Gesetze noch für die Kohlenpreise eine Rolle, da diese nur indirekt durch Steuer und Einfuhrbewilligung geregelt werden. Ein Zusammenarbeiten zwischen der öffentlichen Macht, der Elektrizitätswirtschaft und den Kohlengruben scheint den Verfassern notwendig, um zu der besten Lösung der Krafterzeugungsprobleme zu gelangen. [E. Mercier, Electricité (Science et Industrie) 19 (1935) S. 309.] *ak.*

[1]) 1 RM = 6 Frs.
[2]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 117, 1183.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Selbstanschlüsse im europäischen Fernsprechbetrieb. — Die vom „Europäischen Fernsprechdienst" (Heft 37 vom Oktober 1934 und Heft 41 vom November 1935) gegebenen statistischen Unterlagen über die Entwicklung des europäischen Fernsprechbetriebs während des letzten Jahres gestatten einen Überblick über die Verbreitung des Selbstanschlußbetriebs nach dem neuesten Stand. Danach steht hinsichtlich des Vomhundertsatzes der automatisierten Sprechstellen Italien an der Spitze aller europäischen Staaten, vor Danzig, Deutschland, Österreich und Ungarn. Würdigt man dagegen die Verbreitung des Selbstwählerbetriebes nach der Zahl der vorhandenen automatisierten Sprechstellen, so ergibt sich, daß Deutschland mit erheblichem Abstand in Europa die Führung einnimmt. Während die 2,4 Mill Sprechstellen (1,5 Mill Hauptstellen und 0,9 Mill Nebenstellen) Großbritanniens zu 41 % auf Selbstanschlußbetrieb umgestellt sind, die 936 000 Hauptanschlüsse Frankreichs zu 40 %, werden die 1,9 Mill Hauptanschlüsse Deutschlands zu 79 % durch Selbstanschluß betätigt.

Land	Anzahl der Sprechstellen[1])		davon Selbstanschlußbetrieb[2])			
	1933	1935	1933	1935	1933	1935
	in 1000		in 1000		in %	
Albanien (1. 1.)	0,9	0,6[3])	0,1	0,1[3])	11,6	15,5
Belgien (1. 1.)	226	239	119	145	52,8	**60,8**
Bulgarien (1. 1.)	17	21[4])	—	—	—	—
Dänemark[7])	304	322	—	69	—	21,5
Danzig (1. 1.)	11	12	9	9	83,8	**80,6**
Deutschland (31. 3.)	1824	1913	1284	1511	70,4	**79,0**
Estland (31. 3.)	15	18	5	6	33,8	35,4
Finnland (1. 1.)	119	127	27	41	23	32,5
Frankreich (1. 1.)	822	936	251	372	31	40,0
Griechenland (1. 1.)	16[3])	[5])	9	[5])	56,9	[5])
Großbritannien u. Nordirland (31. 3.)	2137[4])	2388	768[4])	976	35,9	40,9
Irland (31. 3.)	32[4])	33[4])[6])	12[4])	13[4])[6])	37,3	38,0
Island (1. 1.)	6[4])	[5])	4[4])	[5])	68,0	[5])
Italien (30. 6.)	353	371[6])	290	307[6])	82,1	**82,8**
Jugoslawien (1. 1.)	40[4])	47	22[4])	27	53,4	57,3
Lettland (31. 3.)	56	61	22	23	39	37,3
Litauen (1. 1.)	16[4])	14	0,1[4])	0,7	0,6	0,7
Luxemburg (1. 1.)	10	10	5	5	45,4	44,9
Niederlande (1. 1.)	237	250	130	154	55	**61,3**
Norwegen (30. 6.)	141	144[6])	51	64[6])	36,1	44,5
Österreich (1. 1.)	159	179	114	135	72	**75**
Polen (1. 1.)	170	161	67	94	39,8	58,0
Portugal (1. 1.)	24	52	8	23	31,9	44,2
Rumänien (1. 1.)	46	36	7	17	15,9	46,3
Rußland (1. 1.)	519[4])	576[4])[6])	83[4])	133[4])[6])	16	23,0
Saargebiet (1. 1.)	14	—	10	—	72,3	—
Schweden (1. 1.)	477	507	114	166	24	32,7
Schweiz (1. 1.)	346[4])	387[4])	187[4])	239[4])	53,9	**62,4**
Spanien (1. 1.)	271[4])	226	172[4])	137	63,4	**61,0**
Tschechoslowakei (1. 1.)	119[3])	120	43[3])	51	35,9	42,5
Türkei (1. 1.)	19[3])	[5])	17[3])	[5])	90	[5])
Ungarn (1. 1.)	81	90	54	61	67	**68,0**
Europa insgesamt	**8309,9**	**9240,6**	**3883,2**	**4778,8**	**46,7**	**51,7**

[1]) Hauptanschlüsse und öffentliche Sprechstellen.
[2]) Einschl. halbselbsttätigen Betriebs.
[3]) Nur Hauptanschlüsse.
[4]) Haupt-, Nebenanschlüsse und öffentliche Sprechstellen.
[5]) Zahlen liegen nicht vor oder sind nicht vergleichbar.
[6]) Stand im Vorjahr.
[7]) Die Angaben beziehen sich für den Staatsbetrieb auf den 31. März, für den Privatbetrieb auf den 1. Januar. Die eingetragenen Zahlen bilden die Summe beider Angaben.

Bestand an Elektrofahrzeugen in Deutschland. — Nach den Erhebungen des Statistischen Reichsamtes über den Kraftfahrzeugbestand im Deutschen Reich waren am 1. 7. 1935 3336 Elektrofahrzeuge (Akkumulatoren- und Batterieantrieb) im Verkehr. Gegenüber 1934 bedeutet dies eine leichte Steigerung, nachdem seit dem ersten Jahr der gesonderten Erhebung der Elektrofahrzeuge (1932) ein Rückgang eingetreten war. Von den gesamten Lastkraftwagen nehmen die Elektrofahrzeuge jetzt 1,4 % ein.

Jahr	Anzahl	in % aller Lastkraftwagen
1932	3434	2,3
1933	3130	2,0
1934	3300	1,7
1935	3336	1,4

Welt - Elektro - Ausfuhr Januar — September 1935. — Die Welt-Elektro-Ausfuhr (Zahlentafel 1) betrug in den ersten 9 Monaten 1935 fast 650 Mill RM, das sind fast 7 % mehr als im gleichen Zeitraum des Vorjahres. Deutschland steht nach wie vor an erster Stelle, wenn sich auch der Abstand zu V. S. Amerika und England verringert hat, da Deutschland seine Ausfuhr nur um rd. 4 % steigern konnte, während V. S. Amerika und England mit einer Zunahme von 14 % und 17 % Hauptträger der Ausfuhrverbesserung waren. Die übrigen Länder, die im Gesamt-Elektro-Export noch eine Rolle spielen, haben an der Aufwärtsbewegung kaum teilgenommen: Holland, Belgien-Luxemburg, Schweden hielten den Stand ihrer vorjährigen Ausfuhr, Frankreich, Schweiz, Japan blieben dahinter zurück.

Zahlentafel 1. Welt-Elektro-Ausfuhr.

Ausfuhrländer[1])	Januar—September		Anteil der Länder an der Welt-Elektro-Ausfuhr Jan.—Septbr.	
	1934	1935	1934	1935
	Mill RM	Mill RM	%	%
Deutschland	160,5	166,9	26,5	**25,8**
V. S. Amerika	134,6	153,0	22,3	**23,6**
Großbritannien	101,7	119,2	16,8	**18,4**
Niederlande	63,6	63,6	10,5	**9,8**
Frankreich	27,5	25,5	4,5	**4,0**
Schweiz	21,7	20,9	3,6	**3,2**
Japan	20,0	18,9	3,3	**2,9**
Schweden[2])	18,3	18,5	3,0	**2,9**
Belg.-Luxemburg	13,5	13,5	2,2	**2,1**
Österreich	10,0	10,5	1,7	**1,6**
Ungarn	10,6	9,4	1,8	**1,5**
Sonstige Länder[3])	23,3	27,2	3,8	**4,2**
Insgesamt	605,3	647,1	100	**100**

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr Januar—September 1935.
[2]) Geschätzt auf Grund von Teilergebnissen.
[3]) Italien, Tschechoslowakei, Canada, Dänemark; z. T. geschätzt.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Jubiläen. — Am 29. 12. 1935 feierte die Norddeutsche Kabelwerke AG., Berlin-Neukölln, ihr 25jähriges Bestehen. Die Gründer waren die Firma AG. Mix & Genest, Telephon- und Telegraphenwerke, Berlin, und der Kaufmann Gustav Stumpe, Berlin. In dem Gründungsprotokoll war als Gegenstand des Unternehmens angegeben: Die fabrikationsmäßige Herstellung, der Verkauf und die Verlegung von Kabeln, Drähten und Leitungen aller Art. Im November 1914 wurde die Umwandlung der G. m. b. H. in eine Aktiengesellschaft, die Norddeutsche Kabelwerke AG., beschlossen. Nach mehrfachen, durch die Fortentwicklung des Unternehmens bedingten Erweiterungsbauten bestehen heute folgende Anlagen: Das Kabelwerk zur Herstellung von Stark- und Schwachstrom-Bleikabeln und Freileitungsseilen, die Kleinverseilerei zur Herstellung von Spezialseilen und Litzen, von Rohrdrähten und leichten Spezialkabeln ohne Bleimantel, das Gummiwerk zur Herstellung von Gummimischungen und gummiisolierten Leitungen, die Leitungsfabrik, in welcher die Bespinnung, Beflechtung und Tränkung von Leitungen aller Art erfolgt.

Am 8. 1. 1936 feierte die Westinghouse Electric & Manufacturing Co., East Pittsburgh, Pa. ihr 50jähriges Bestehen. Sie wurde von George Westinghouse zur Herstellung von elektrischen Beleuchtungsapparaten gegründet. In den V. S. Amerika hat sie sich um die Einführung des Wechselstrommotors, des Transformators und des Wechselstrom-Kilowattstundenzählers große Verdienste erworben. 1895 baute sie die erste große Wasserkraftanlage für die Niagarafälle, 1899 führte sie die Dampfturbinen nach Parsons in den V. S. Amerika ein. In der Gegenwart gibt es kein Fabrikat auf dem Gebiet der Elektrotechnik, was die Gesellschaft nicht herstellt. Zur deutschen Elektrotechnik steht die Gesellschaft in freundschaftlichen Beziehungen. Seit Jahren pflegt sie einen gegenseitigen Austausch von Patenten und Erfahrungen.

VERBANDSTEIL.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Elektromaschinenbau.
Fachgruppenleiter: Herr Prof. Dr. Kloss VDE.

Vortrag

des Herrn Prof. Dr. E. Lübcke am Dienstag, dem 4. Februar 1936, 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB. 301, über das Thema:

„Geräuscherscheinungen bei elektrischer Energieumsetzung".

Inhaltsangabe:

Meßgeräte und Meßmethoden für Geräusche. Ursachen der Geräuschbildung bei umlaufenden Maschinen und bei Apparaten. Geräuschleistungsgrad elektrischer Geräte. Beispiele für Geräuschminderung bei elektrischen Maschinen und Apparaten.

Das Thema wird außer durch Lichtbilder auch durch einen Film über „Schallspektren beim Anlauf elektrischer Maschinen mit und ohne hervortretende Geräusche" erläutert.

Eintritt und Kleiderablage frei!

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Einladung

zum Gemeinschaftsabend sämtlicher Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften am Dienstag, dem 11. 2. 1936 um 20 Uhr pünktlich im Marmorsaal des Landwehrkasinos, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten).

Vortrag

des Rektors der Technischen Hochschule Berlin, SA-Oberführer Professor Dr. v. Arnim, über das Thema

„Persönlichkeit und Technik im heutigen Landkrieg".

Alle Jungingenieure des VDE, VDI, NSBDT und der übrigen RTA-Vereine sind dazu eingeladen. Eintritt und Kleiderablage frei!

Schulungsveranstaltungen.

Wir machen unsere Mitglieder auf die nachstehenden Schulungsveranstaltungen des NSBDT aufmerksam:

Kreis II.

6. 2. 1936, 20 h 15 m, Restaurant Nestler, Bln.-Zehlendorf, Beerenstr. 57.

Kreis V.

6. 2. 1936, 20 h 15 m, Holleufer, Restaurant, Berlin SW 61, Yorckstr. 85.

Kreis VI.

7. 2. 1936, 20 h 15 m, Restaurant Ledigenheim, Berlin N 20, Schönstedtstr. 1.

Kreis VII.

7. 2. 1936, 20 h 15 m, Restaurant P. Kunze (Deutsches Vereinshaus), Berlin NO 18, Landsberger Str. 89.

Kreis VIII.

6. 2. 1936, 20 h 15 m, Restaurant Stern, Bln.-Hohenschönhausen, Berliner (Ecke Oranke-) Straße.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer
Burghoff.

Gau Düsseldorf.

Herr Oberpostrat Clouth berichtete am 12. 11. 1935 über „Die neueste Entwicklung der Nachrichtentechnik bei der Deutschen Reichspost". Einleitend gab er einen Überblick über den augenblicklichen Stand der Nachrichtentechnik auf den einzelnen Gebieten und erörterte anschließend die im Vordergrund des technischen Interesses stehenden Fragen. Auf dem Gebiet der Telegraphie wurde der Fernschreiber, der eine immer weitergehende Einführung findet, näher beschrieben. Neben dem allgemeinen Netz von Telegraphenleitungen wurde ein besonderes Netz errichtet, das den Selbstwählerbetrieb der Teilnehmer beim Telegraphieren ermöglicht. Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Telegraphennetze wurde die Trägertelegraphie mit Wechselstrombetrieb eingeführt, die es gestattet, bis zu 18 Telegrammen gleichzeitig zu übermitteln. Der Stand der Bildtelegraphie wurde kurz gestreift. — Herr Clouth berichtete ferner über die Versuche der DRP und über die Möglichkeiten, den Rundfunk von beabsichtigten und unbeabsichtigten Störungen durch Einführung des Drahtfunks freizumachen. Das Fernsehen steht z. Z. in stärkster Entwicklung und wird durch die neu entwickelten Hochfrequenzkabel[1]) beeinflußt werden.

Gau Nordhessen.

Am 26. 11. 1935 hielt Herr Dr.-Ing. Schmitz einen Vortrag über „Sammelschienensystem nach dem Einheitsprinzip". Gußgekapselte Verteilungsanlagen finden in der Industrie immer größere Verwendung, denn sie bieten gegenüber den offenen Verteilungsanlagen größere Sicherheit gegen mechanische Beschädigungen, gegen Verschmutzung und gegen die Gefahren der zufälligen Berührung. Die Vorteile gußgekapselter Schaltanlagen werden ganz besonders wirksam, wenn die Schaltgeräte selbst einschließlich der Sammelschienenkästen nach dem Einheitsprinzip, d. h. baukastenförmig, aufgebaut sind. Eine vorhandene Anlage muß jederzeit wieder unterteilt oder auch weiter ausgebaut werden können. Durch Verwendung von Doppelsammelschienen muß es möglich sein, die Kurzschlußleistungen herunterzusetzen und die Betriebssicherheit zu erhöhen, wobei immer das Zusammensetzen und das Auf- und Unterbauen der Schaltgeräte ohne besondere Zwischenstücke zu bewerkstelligen ist. Die Durchführbarkeit dieser Forderungen wurde an Hand von Lichtbildern nachgewiesen und charakteristische Beispiele für die Ausführung guter, gußgekapselter Verteilungsanlagen gezeigt.

Gau Südbayern.

Am 11. 12. 1935 hielt Herr G. Dreßler in München einen Vortrag über „Elektrizitätswerkstelephonie". Von den Fernsprechanlagen, die den Elektrizitätswerken zur Verfügung stehen, wurde im wesentlichen die Hochfrequenztelephonie behandelt und daneben die hochspannungsgeschützte Telephonie auf am Gestänge verlegten Fernsprechleitungen, soweit diese mit Hochfrequenzanlagen zusammengeschaltet oder mit in Kleingeräten erzeugten hochfrequenten Strömen überlagert werden. Nach Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Hochfrequenztelephonie und des Einsatzes der Hochfrequenz-Telephonieanlagen in den verschiedenen Ländern wurden die Fragen der Ankopplung, der Sperrung, der Übertragungsart und des Frequenzbereiches erörtert. Längere Ausführungen galten der Frequenzersparnis, wobei der Einfrequenz- und Zweifrequenzverkehr mit ihren Vor- und Nachteilen gegenübergestellt wurden. Als wichtiges Mittel zum Zwecke der Frequenzersparnis wurde die gleichzeitige Benutzung der Hochfrequenz-Telephoniewellen für andere Fernmeldezwecke, nämlich für Schalterstellungsmeldung, Messung auf Anwahl, Unterlagerungs-Fernmessung und -Regelung sowie Selektivschutz erwähnt. Nach kurzer

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1245.

Schilderung der Schutzeinrichtungen für Fernsprechanlagen am Hochspannungsgestänge wurde über den Einsatz von einseitig wirkenden Verstärkern berichtet, die erst die Möglichkeit der Zusammenschaltung von Hochfrequenz-Telephonieanlagen mit Hochspannungs-Telephonanlagen gebracht und damit wirtschaftliche Weitsprechverbindungen unter Benutzung bestehender Anlagen zu schaffen erlaubten. Schließlich wurden die Anforderungen erörtert, die an neuzeitliche Hochfrequenz-Telephoniegeräte im Hinblick auf die vielseitige Verwendungsmöglichkeit zu stellen sind.

Sitzungskalender.

Gau Aachen (gemeinsam mit andern Vereinen). 8. 2. (Sa), 20 h, Konzerthaus: „Heiteres Fest der Technik".

Gau Danzig. 3. 2. (Mo), 20 h, T. H.: „Wechselstrom-Triebwagen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. W. Priem VDE.

Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 5. 2. (Mi), 20 h, Kunstgewerbeschule: „Oberwellen bei der Magnetisierung von Transformatoren". Prof. Dr. E. Hueter VDE.

Gau Niedersachsen, Hannover. 4. 2. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Das Klemmen- und Verbindungsmaterial für Aluminiumfreileitungen". Reg.-Baum. J. W. Nefzger VDE.

Gau Niederschlesien, Breslau. 4. 2. (Di), 20 h, T. H.: „Die Entwicklung der Strom- und Spannungswandler bis zur Gegenwart" (m. Lichtb.). Dr. W. Reiche VDE.

Gau Ostpreußen, Königsberg. 3. 2. (Mo), I. Phys. Inst.: „Neuzeitlicher Überstromschutz in Hochspannungsanlagen". Obering. Stark.

Gau Südbayern, München. 5. 2. (Mi), 20 h, T. H.: „Neue Anschauungen über Kontakte". Dr. L. Schmitz VDE.

Gau Südsachsen, Stützpunkt Zwickau (gemeinsam mit dem VDI). 8. 2. (Sa), 20 h, Hotel Kästner: „Grenzen des Rundfunkempfangs" und „Die Entwicklung der Elektronenröhre". Prof. Dr. K. Bangert VDE.

WEI

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Normung nichtkeramischer, nichtmetallischer Werkstoffe.

679. 56 : 621. 315. 616. 9

Kunst- und Preßstoffe sind rein deutsche Werkstoffe, die in unbegrenztem Maße zur Verfügung stehen. Sie werden heute nicht nur in der Elektrotechnik verwendet, sondern haben auch für andere Fachgebiete, z. B. im allgemeinen Maschinenbau, große Bedeutung gewonnen. Um die allgemeine Anwendung dieser heimischen Werkstoffe zu fördern, hat der Arbeitsausschuß für die Normung nichtkeramischer, nichtmetallischer Werkstoffe bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie in Zusammenarbeit mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker und dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem zunächst den Normblattentwurf DIN E 7701 für warmgepreßte Kunstharz-Preßstoffe aufgestellt. Der Entwurf enthält u. a. technische Daten und gibt dem Konstrukteur Richtlinien für die Anwendung der Kunstharz-Preßstoffe.

Der Entwurf ist in der Zeitschrift „Plastische Massen" 6 (1936) H. 1, S. 18/23, sowie in den „DIN-Mitteilungen" (1936) H. 3/4, S. N 18/20, veröffentlicht. Sonderdrucke des Entwurfes können von der Normenstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstr. 3, bezogen werden. Etwaige Einwände sind in doppelter Ausfertigung bis spätestens zum 15. März 1936 an die gleiche Stelle zu richten.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

P. Neumann †. — Am 23. 1. 1936 ist Dr.-Ing. Ernst Paul Neumann VDE, Oberingenieur der Elektrowerke AG. Berlin, nach schwerem Leiden, jedoch unerwartet im 51. Lebensjahre verschieden.

Dr. Neumann hatte 1913 das Diplomexamen an der Technischen Hochschule in Dresden abgelegt und war während der letzten drei Semester seines Studiums Assistent für Mathematik an dieser Hochschule. Bis zum Kriege war er bei der AEG für Entwürfe von Schaltanlagen und Hochspannungsübertragungsanlagen tätig, nahm am Feldzug als Kriegsfreiwilliger — zuletzt als Pionieroffizier — teil und setzte nach dem Kriege seine Studien in Darmstadt fort, die er mit einer Dissertation über Einphasen-Fernleitungen im Jahre 1921 abschloß. Nach abermaliger kurzer Tätigkeit bei der AEG trat er im Dezember 1921 zu der Elektrowerke AG. Berlin über.

Hier bearbeitete er vornehmlich die theoretischen Fragen der Fernübertragung und der Elektrogroßmaschinen. Sein reiches Wissen und seine exakte Arbeitsweise haben ihm großes Ansehen bei der Industrie und seinen Fachkollegen gesichert.

Jubiläum. — Am 2. 1. konnte Obering. Edgar Hasert VDE auf eine 25jährige Tätigkeit bei den Bergmann-Elektricitäts-Werken zurückblicken. Nach Beendigung des Feldzuges übernahm Herr Hasert die Leitung des Ingenieur- und Verkaufsbüros Berlin und wurde durch seine erfolgreiche Tätigkeit weiten Fachkreisen bekannt.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Einführung in die Elektrizitätslehre. Von Prof. Dr.-Ing. E. h. R. W. Pohl. 4., großenteils neu verfaßte Aufl. Mit 497 Abb., VIII u. 268 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 13,80 RM.

Zum ersten Male seit dem Erscheinen der 1. Auflage (1927) ist die Pohlsche Einführung in die Elektrizitätslehre in einer stark veränderten Form herausgekommen. Durchgreifend umgearbeitet ist vor allem die erste Hälfte des Buchs, die sich überwiegend mit „makroskopischen" Erscheinungen beschäftigt; in den Hauptabschnitten der zweiten Hälfte dagegen: Mechanismus der Leitungsströme, elektrische Felder in der Grenzschicht zweier Substanzen und Radioaktivität ist der Gedankengang im wesentlichen beibehalten, und die Umarbeitung besteht in zahlreichen Ergänzungen. Bei der Darstellung des elektromagnetischen Feldes hat der Verfasser die Richtlinie befolgt, ganz streng zunächst nur die rein elektrischen und rein magnetischen Erscheinungen im leeren Raum unter Ausschluß jeder Beziehung zur Mechanik zu betrachten. Er leitet daher die elektrische Feldstärke aus der elektrischen Spannung, die Verschiebungsdichte aus der Elektrizitätsmenge her. Ebenso verknüpft er beim magnetischen Feld zunächst die magnetische Feldstärke mit dem elektrischen Strom. Die magnetische Induktion definiert er als $\mu_0 \mathfrak{H}$; die Induktionskonstante μ_0 ist dabei die Proportionalitätskonstante des Induktionsgesetzes. Erst im Anschluß an diese Grunddefinitionen wird dann jedesmal die Betrachtung auf die mechanischen Kräfte im elektrischen und magnetischen Felde ausgedehnt. Pohl erreicht durch diese Darstellung, daß die auch heute noch von vielen bestrittene Unmöglichkeit, elektrische Größen in

mechanischen Einheiten zu messen, besonders scharf hervortritt. Als einen Nachteil dieser Darstellungsweise kann man freilich ansehen, daß der Leser nicht recht erkennt (S. 37), weshalb man bei den Kraft- und Energiegleichungen keiner neuen mit Dimension versehenen Naturkonstante bedarf. Bei der Behandlung der Kräfte im magnetischen Felde ist es besonders interessant zu verfolgen, wie der Verfasser von der Induktion in bewegten Leitern, insbesondere der unzweckmäßigerweise gewöhnlich als „Unipolarinduktion" bezeichneten Erscheinung ausgehend zu den im magnetischen Feld auf bewegte Ladungen ausgeübten Kräften geführt wird. Ich halte diese Darstellung für ausgezeichnet, auch deshalb, weil der Verfasser an sie später bei der Besprechung des Halleffekts und der Relativitätstheorie anknüpfen kann. Die „unipolare" Induktion, die in anderen Lehrbüchern häufig als etwas Sonderbares und Schwerverständliches erscheint, wird mit vollem Recht in sehr einfacher Form in den Mittelpunkt der Darstellung gestellt. Der Einfluß der in dem Felde anwesenden Materie wird sehr ausführlich jedesmal in einem besonderen Abschnitt behandelt. Zur Trennung der Feldvektoren wird dabei in leichtverständlicher Weise von Messungen in Bohrungen (Längskanälen) Gebrauch gemacht. Beim elektrischen Felde werden die Debyesche Dipoltheorie, beim magnetischen das Weißsche und Bohrsche Magneton gestreift und die Wesensunterschiede zwischen Dia-, Para- und Ferromagnetismus recht klar auseinandergesetzt. Der Begriff der Magnetismusmenge ist aus der Darstellung völlig verbannt; ein Magnet wird nicht durch seine Polstärke, sondern durch seinen „Kraftfluß" gekennzeichnet.

Aus den Zusätzen der neuen Auflage seien herausgegriffen: die Ausführungen über die magnetischen Felder bewegter Ladungen, die sehr lehrreiche Ableitung der Anziehung zweier paralleler geladener Platten, die häufige Verwendung des Kriechgalvanometers, die interessanten Folgerungen aus der Messung der Hallspannung, die neubearbeitete Darstellung der Elektrizitätsleitung in Salzkristallen und der überraschende Hinweis auf den „ersten Funker" Galvani. Besonders dankbar wird der Leser dem Verfasser sein für das alles Wesentliche sehr klar auseinandersetzende kurze Kapitel über das Relativitätsprinzip als Erfahrungstatsache. Allen Ableitungen des Buches liegt das Giorgische Maßsystem zugrunde, für dessen Krafteinheit Joule/m der Verfasser den Namen „Großdyn" ($\approx 10^5$ dyn) verwendet. Trotz der zahlreichen Zusätze ist die neue Ausgabe nur um 12 Seiten umfangreicher als die erste. Dabei ist die Zahl der Abbildungen um über 25 % gestiegen. Erreicht ist dies zum Teil durch Umzeichnung vieler Abbildungen, vor allem aber durch Streichung alles Überflüssigen und Überholten. Daß dies möglich gewesen ist bei einer Darstellung, die sich schon von jeher durch ihre Knappheit und Gedrungenheit — bei aller Klarheit — ausgezeichnet hat, kann nur bewundert werden.

Das Pohlsche Buch wird auch in der neuen Form das Buch bleiben, zu dem insbesondere der Elektrotechniker immer dann greifen wird, wenn er sich über die physikalischen Grundlagen seiner Arbeit unterrichten will.

J. Wallot VDE.

Kurze Elektrotechnik für Funker und Fernsprecher. Von Mügge. 3. neubearb. Aufl. Mit 47 Textabb. u. 66 S. im Format 125 × 190 mm. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 1,20 RM, bei 25 Exempl. je 1 RM.

Die zweite Auflage ist überarbeitet und durch Angaben über den Anschluß der Fernsprechgeräte des Heeres an das Postnetz sowie Anweisungen für das Fertigmachen und Abstimmen der einzelnen Funkgeräte ergänzt worden.

L. Brückmann VDE.

Theory of alternating current waveforms. Von P. Kemp. Bd. 1 von Monographs on electrical engineering. Herausg. v. P. Young. Mit 73 Abb. i. Text, IX u. 218 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1934. Preis geb. 15/— s.

Das Buch bespricht zunächst die Entstehung verschiedener Kurvenformen aus Grund- und Oberwellen, dann die Effektivwertbildung und das Verhalten von Induktivität, Kapazität und Resonanzkreisen bei verzerrten Kurvenformen. Weiter wird der Leistungsfaktor, der Formfaktor und der Deformationskoeffizient betrachtet und verschiedene graphische Darstellungsmöglichkeiten gegeben. Das nächste Kapitel ist den Erscheinungen bei eisengeschlossenem magnetischen Kreise gewidmet, daran schließen sich Betrachtungen über den Einfluß anderer nicht linearer Glieder im Wechselstromkreis. Nach Erörterung der Verhältnisse in Drei- und Mehrphasensystemen folgt als Schluß ein Abschnitt über harmonische Analyse.

Der Verfasser verwendet in einem für deutsche Begriffe ungewöhnlichem Umfange an sich zwar äußerst einfache, aber sehr weitläufige rechnerische Entwicklungen. Als Beispiel sei die Behandlung des Spannungsresonanzkreises herausgegriffen. Hier wird als Resonanzzustand die Abstimmung auf kleinste scheinbare Impedanz, also auf größten effektiven Strom bei gegebener (verzerrter) Spannung definiert. Als Folge dieser Festlegung ergeben sich Tafeln, die die scheinbare Abhängigkeit der Eigenfrequenz des Kreises vom Oberwellengehalt der speisenden Spannung angeben. Der Grund für dieses Ergebnis ist leicht einzusehen: wird bei Grundwellenresonanz der Kreis eine Kleinigkeit im Sinne höherer Frequenz verstimmt, so sinkt der Grundwellenstrom zunächst viel langsamer als der Oberwellenstrom steigt; so ergibt sich in einem gewissen Bereich ein Steigen des effektiven Stromes. Selbstverständlich sind die umfangreichen Betrachtungen und Formeln, die diese Dinge behandeln, richtig, aber für unsere Begriffe scheint doch die der physikalischen Anschauung wenig entsprechende Definition Ursache weitläufiger Rechnungen zu sein, die dem durchschnittlichen Leser das Verständnis erschweren, und deren praktischer Wert nicht allzugroß sein dürfte.

Das Buch ist sehr sauber und mit größter Sorgfalt geschrieben. Auf eine Stelle, die u. U. zu Mißverständnissen führen könnte, sei hier hingewiesen: auf S. 108 wird die Verzerrung des Magnetisierungsstromes bei eisengeschlossenen magnetischen Kreisen berechnet; als Beispiel wird eine Magnetisierungskurve zugrunde gelegt, die bis zu einer Induktion von 10 000 Gauß genau geradlinig verläuft, so daß in diesem Bereiche der Leerlaufstrom des Transformators od. dergl. völlig oberwellenfrei bleibt. Es ist vielleicht möglich, solche Eisensorten herzustellen; die im Transformatorenbau z. B. aus zahlreichen Gründen üblichen Bleche haben aber leider derartige Eigenschaften bestimmt nicht.

E. Hueter VDE.

Theorie und Praxis der Schwingungsprüfmaschinen. Anleitung zur Ausführung und Auswertung dynamischer Untersuchungen mit Hilfe künstlicher Erschütterungen. Von Dr. phil. W. Späth. Mit 48 Textabb., VI u. 98 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 12 RM.

Während man sich früher bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Baustoffen, Maschinen und Bauwerken mit gleichbleibenden (statischen) Belastungen begnügte, hat man in den letzten Jahren die Notwendigkeit der dynamischen Untersuchung, d. h. der Prüfung mit Wechselbelastung, immer mehr erkannt. Unter den für diesen Zweck entwickelten Einrichungen nimmt der auf der Wirkung der Fliehkraft beruhende Schwingungserzeuger, der Fliehkraftschwinger, eine hervorragende Stelle ein. Mit ihm, seiner Theorie und seinen praktischen Anwendungen beschäftigt sich das vorliegende Werk.

Der erste Teil (66 Seiten) ist den Grundlagen der mechanischen Schwingungsprüfung gewidmet. Den elektrotechnischen Leser des Buches spricht es sehr an, daß der Verfasser in den theoretischen Darlegungen vielfach auf Begriffe zurückgreift, die, wie z. B. der Scheinwiderstand und die verschiedenen Vektordiagramme, dem Elektrotechniker aus der Wechselstromlehre wohl vertraut sind. Dasselbe gilt von den Resonanzkurven, deren Unterschiede der Verfasser für die verschiedenen Fälle der Messung der Amplitude, Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Leistung klar herausarbeitet. Auch der Grundgedanke des Fliehkraftschwingers selbst, die Zusammensetzung einer Wechselkraft von feststehender Richtung im Raume aus zwei entgegengesetzt umlaufenden gleichgroßen Drehkräften, ist dem Elektrotechniker geläufig von der Bildung eines räumlich feststehenden Wechselfeldes aus zwei entgegengesetzt umlaufenden Drehfeldern. Neben den theoretischen Grundlagen behandelt der erste Teil technische Einzelfragen der Schwingungsprüfmaschinen, die Durchführung der dynamischen Messungen und ihre Auswertung, insbesondere die Ermittlung der kritischen Frequenzen, der Federkonstanten, der schwingenden Massen und der Dämpfung aus den Resonanz- und Phasenwinkelkurven.

Der zweite Teil des Buches betrifft die praktischen Anwendungen der Schwingungsprüfung bei Brücken, Schiffen, Bauwerken und Bauteilen aller Art, bei Fahrzeugen, Flugzeugen, Maschinen und zur Untersuchung von Bettungen, Fundamenten und Bodensorten. Auf kleinstem Raum ist eine Fülle von praktischen Erfahrungen zusammengedrängt. Man erhält ein eindrucksvolles Bild von der Tragweite des Verfahrens der Schwingungsprüfung für das Gesamtgebiet der mechanischen Technik. In manchen Zweigen derselben befindet sich das Verfahren noch in den Anfängen; sein Ausbau und seine weitergehende Anwendung dürfte sich außerordentlich fruchtbringend erweisen, sowohl für die Erkenntnis der mechanischen Eigenschaften und der Sicherheit vieler Konstruktionen, als auch für ihre weitere Ausgestaltung.

Die Darstellung des Stoffes ist ansprechend und flüssig. K. W. Wagner VDE.

Das Enteignungsrecht des Bundes. Textausgabe mit Einleitung, Erläuterungen und Sachregister. Herausg. v. Dr. jur. F. Heß. 2. Lieferung. Mit XV u. 211 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Stämpfli & Cie., Bern 1935. Preis geh. 10 Fr.

Der Verfasser erläutert unter „2. Elektrische Anlagen" von S. 330 bis 427 das schweiz. Elektrizitätsgesetz unter eingehender Würdigung des Schrifttums und der Rechtsprechung des Bundesgerichts, sowie der Entscheidungen des Bundesrats. Nach Erläuterung der Unterschiede zwischen Schwach- und Starkstromanlagen legt er in eingehenden Ausführungen zu den Art. 3 bis 10, 12, 15, 19, 21, 23 und 42 bis 54 die Befugnisse des Bundes dar, unter Hinweis darauf, daß das Enteignungsrecht des Bundes jedoch keine Pflicht des Bundes zur Geltendmachung seines Rechts begründe.

Besondere Bedeutung haben die Heßschen Ausführungen über die Enteignung selbst, Art. 42 ff. Das Enteignungsrecht kann vom Bundesrat sowohl den Eigentümern von elektrischen Starkstromanlagen wie den Beziehern von elektrischer Energie verliehen werden. Es muß besonders verliehen werden und entsteht nicht wie bei konzessionierten Eisenbahnen kraft Gesetzes. Das Enteignungsrecht kann gegenüber dem Privateigentum geltend gemacht werden, gegenüber Eisenbahnen und Gemeinden bestehen jedoch Beschränkungen, so wenn Gemeindeinteressen (nicht aber Kantoninteressen) betroffen werden. Ein tatsächliches Monopol der Elektrizitätsversorgung ist den Gemeinden durch die bundesgerichtliche Praxis dahin gesichert, daß sie Dritten die Bewilligung zur Mitbenutzung ihres öffentlichen Grundes verweigern können. Schutz eines bestehenden Gemeindeelektrizitätswerkes gegen freien Wettbewerb ist als berechtigtes Interesse anerkannt worden. Enteignung erfolgt zum Zwecke der Eigentumsübertragung oder Servitutbestellung. Heß nimmt zutreffend an, daß Entschädigung auch durch Sachleistung erfolgen könne. Entscheidung über Enteignung ist ins Ermessen des Bundesrats gestellt. Sind keine Einsprachen erhoben, so erscheint Entscheidung überflüssig. Enteignungsrecht sei immer dann zu bewilligen, wenn der Bau elektrischer Anlagen im öffentlichen Interesse liege und die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im weitesten Sinne fördere. Heß behandelt eingehend die Frage der erheblichen technischen Inkonvenienzen (S. 395 ff.) sowie die Meinungsverschiedenheiten über Erteilung von Enteignungsrechten für Ausfuhrleitungen, wobei er zutreffend die Befugnis des Bundes hierzu bejaht.

Das Heßsche Werk gibt einen klaren und vollständigen Überblick über die Verhältnisse der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft hinsichtlich Wesen und Ausübung des Enteignungsrechts und ist daher als wertvolle Erkenntnisquelle auf diesem Rechtsgebiet zu betrachten.

G. Aßmann.

Eingänge.

Bücher.

Die elektrotechnische Industrie und der chinesische Markt. Von Dr.-Ing. R. Mangold. Herausg. v. d. China-Studien-Gesellschaft für deutsch-chines. wirtschaftl. Zusammenarb. unt. Mitwirk. d. Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. Mit 18 Tabellen, 1 Karte u. 154 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1935. Preis geh. 5,80 RM.

Die neuen Devisengesetze 1935 berichtigt zum 1. August 1935. Mit Sachregister. Vollständiger Wortlaut mit Nachträgen und einer Gegenüberstellung der bisherigen und neuen Vorschriften. Bearbeitet von A. Lutzeyer. Ausgabe A. Mit 220 S. im Format B 6. Preis kart. 2,70 RM. — 1. Nachtrag: Dritte Verordnung zur Änderung der Richtlinien für die Devisenbewirtschaftung vom 12. Sept. 1935. Mit 30 S. im Format B 6. Preis geh. 1,10 RM. Verlag Meisenbach Riffarth & Co. A.-G., Berlin 1935.

[Die Neuerscheinung des Devisengesetz-Handbuches vom 1. 8. 1935 sowie der 1. Nachtrag: Dritte Verordnung zur Änderung der Richtlinien für die Devisenbewirtschaftung vom 12. 9. 1935 sollen in erster Linie dem Praktiker das zeitraubende Nachschlagen ersparen. Die registermäßige Einteilung des Stoffes sowie das ausführliche Sachverzeichnis erleichtern dem Bearbeiter das Auffinden. Das Buch hat in Fachkreisen eine günstige Aufnahme gefunden.]

Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. Berechnung und Begrenzung. Von Dr.-Ing. M. Walter. Mit 107 Abb. u. 146 S. im Format 170 × 245 mm. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1935. Preis geh. 6,50 RM.

Meßbrücken und Kompensatoren. Von Dr. J. Krönert. Band 1: Theoretische Grundlagen. Mit 350 Abb. u. 282 S. im Format 170 × 240 mm. Verlag R. Oldenburg, München und Berlin 1935. Preis geb. 13,80 RM.

Das Enteignungsrecht des Bundes. Textausgabe mit Einleitung, Erläuterungen und Sachregister. Herausg. v. Dr. jur. F. Hess. 2. Lieferung. Mit XV u. 211 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Stämpfli & Cie., Bern 1935. Preis geh. 10,— Fr.

Fluorescence analysis in ultra-violet light. Von J. A. Radley u. J. Grant. Bd. 7 der Monographs on applied chemistry. Herausg. v. E. H. Tripp. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb., XI u. 326 S. im Format 150 × 220 mm. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb 21/— s.

Industrial electronics. Von F. H. Gulliksen u. E. H. Vedder. Mit 245 Abb., XIV u. 245 S. im Format 155 × 235 mm. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, u. Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 17/6 s.

Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie 1935. Statistische Gemeinschaftsarbeit der Bezirksgruppe Nordwest der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie und des Stahlwerks-Verbandes AG. Mit IX u. 240 S. im Format A 5. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1935. Preis geh. 5 RM.

Praktische Physik. Zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Von F. Kohlrausch. Unter Mitarb. v. zahlr. Fachgenossen herausg. v. F. Henning. 17. neu bearb. Aufl. Mit 512 Abb., X u. 958 S. im Format 170 × 235 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis geb. 32 RM.

Werner von Siemens, Lebenserinnerungen (Auswahl). Hirts Deutsche Sammlung Gruppe VIII, Band 10. Herausg. v. W. Stammler u. G. Wolff. Mit 10 Bildern u. einer Ahnentafel u. 80 S. im Format 125 × 190 mm. Verlag Ferdinand Hirt, Breslau 1935. Preis geh. 0,40 RM; geb. 0,75 RM.

[Aus dem Buch „Werner von Siemens, Lebenserinnerungen" sind eine Reihe von wichtigen Ereignissen zu der vorliegenden kleinen Schrift zusammengezogen. Die wohlfeile Ausgabe wird es vielen Fachgenossen möglich machen, sich das Heftchen zu beschaffen.]

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 24. Januar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 6. Februar 1936 | Heft 6

Grundlagen der lichtelektrischen Steuerungen.

Von Dr. phil. habil. **Rudolf Sewig**, Dozent an der T. H. Dresden.

621. 383

Übersicht. Die Bauarten lichtelektrischer Zellen, ihre Eigenschaften und ihre Zusammenschaltungen mit Relais und Verstärkern für Photoströme werden behandelt.

Bis kurz vor dem Kriege waren die lichtelektrischen Zellen vorwiegend dem Wissenschaftler bekannte, interessante, aber schwierig herzustellende Gebilde, mit denen man wohl in einem für feinste elektrische Messungen gut eingerichteten Laboratorium fesselnde Einblicke in die Zusammenhänge von Licht, Elektrizität und Stoff tun konnte (selektiver Photoeffekt, Einwirkung polarisierten Lichts, elektrostatische Kräfte an Grenzflächen, Austrittsarbeit lichtelektrischer Elektronen). Den Erscheinungen hätte man aber kaum eine größere technische Zukunft prophezeit, obwohl Ansätze hierzu bereits seit Jahrzehnten vorgelegen haben. Viele Umstände mußten zusammenwirken und manche bahnbrechenden Erfindungen und Entdeckungen gemacht werden, um aus den lichtelektrischen Zellen leistungsfähige, einfache und billige Bausteine der Elektrotechnik zu machen. Das Eindringen in den Vorgang der lichtelektrischen Emission durch die Entwicklung der Atomforschung, die Erfindung neuer Verfahren und Geräte zur Herstellung und Messung höchster Vakua und die anschließende Ausweitung der Physik des Hochvakuums zu einer leicht beherrschbaren Fertigungstechnik als Folge der Verbesserung und Massenfertigung der Glühkathodenröhren bereiteten den Weg, ebenso die Entdeckung oder Wiederentdeckung neuer Photoeffekte, wie der Sperrschichterscheinungen, und — nicht zuletzt — der gewaltige Auftrieb, der von der aufblühenden Technik der elektro-optischen Übertragung, wie Bildtelegraphie, Fernsehen und Tonfilm, ausging. In den Gesetzmäßigkeiten der physikalischen Vorgänge, der geschichtlichen Entwicklung der Forschung und in der Fertigungstechnik finden wir bei den Glühkathodenröhren und den Photozellen manche Anklänge und manche gegenseitige Befruchtung; wenn es heute auch scheint, als ob jenen doch allgemeinere und wichtigere Anwendungsgebiete vorbehalten seien, so haben doch die lichtelektrischen Steuerungen schon erhebliche Bedeutung gewonnen.

1. Arten der lichtelektrischen Zellen.

Nur vier Bauarten lichtelektrischer Zellen kommen vorläufig für die technische Anwendung in Frage: die auf dem „äußeren lichtelektrischen Effekt" beruhenden Photozellen, die auf dem „inneren lichtelektrischen Effekt" beruhenden Photowiderstände, die auch gelegentlich nach ihrem Entdecker Becquerel benannten Elektrolyt-Photozellen und die Photoelemente, auch Sperrschichtzellen benannt. (Der Sprachgebrauch ist noch nicht einheitlich, beginnt sich aber langsam in dieser Weise durchzusetzen.)

Die Photozellen haben heute noch grundsätzlich wenigstens den gleichen Aufbau, wie ihn Heinrich Hertz[1]), Hallwachs[2]), Elster und Geitel[3]) erstmalig benutzten. Als Kathode dient eine metallische Platte oder Schicht, die das eingestrahlte Licht verschluckt und dabei Elektronen aussendet, und eine aufsammelnde Anode. Nur schloß man sie in ein evakuiertes Glasgefäß ein, um die Einflüsse von Luft und Wasserdampf auszuschalten. Denn man hatte schon früh erkannt, daß gerade die für lichtelektrische Zwecke am besten geeigneten Kathodenmetalle in der freien Atmosphäre nicht haltbar sind. Die für die Emission der Photoelektronen, ebenso wie die der Glühelektronen, wichtigste Größe ist die Austrittsarbeit der Elektronen; je geringer dieselbe ist, desto langwelligere, leistungsärmere Strahlung kann noch einen Photoeffekt liefern, um so höher ist also auch die lichtelektrische Ausbeute bei Belichtung durch einen Strahler stetiger Energieverteilung (Sonne, Glühlampe). Je kleiner anderseits die Austrittsarbeit ist, desto leichter wird das gern Elektronen abgebende, elektropositive Metall von dem elektronegativen Sauerstoff der Atmosphäre und von den OH^--Ionen des Wasserdampfs angegriffen. Deshalb ist der Einschluß in evakuierte Gefäße und ein außerordentlich gutes Vakuum bei sorgfältiger Entgasung aller inneren Teile der Zelle notwendig, die etwa im abgeschmolzenen Zustand noch Gase abzugeben imstande sind. Viele früher an Photozellen beobachtete und auch jetzt noch gelegentlich zu findende Erscheinungen, wie Trägheit, Ermüdung und Erholung und verringerte Lebensdauer, finden ihre einfache Erklärung in ungenügender Evakuierung.

Unter den reinen Metallen haben die Alkalimetalle, unter diesen wiederum das Element höchster Ordnungszahl im periodischen System, das Caesium, die geringste Austrittsarbeit. Eine noch höhere lichtelektrische Emission als das Caesium liefern jedoch gewisse oxydische Verbindungen der Alkalimetalle, was z. T. an deren wirklich geringerer Austrittsarbeit, z. T. an der vermutlich schwammartigen Oberflächenstruktur liegt, die eine stärkere Absorption der eingestrahlten Lichtquanten und damit eine stärkere Emission von Photoelektronen ermöglicht. Anschließend an diese Entdeckungen brachte dann eine mühevolle Entwicklungsarbeit, namentlich in den Industrielaboratorien, die Fertigungstechnik der Zellen mit diesen „zusammengesetzten Kathoden" zu einem hohen Grad von Vollendung. Seit etwa fünf Jahren scheint diese Entwicklung hinsichtlich der Empfindlichkeit der Zellen einen gewissen Abschluß zu erreichen, über den wir wahrscheinlich ohne grundsätzlich neue Entdeckungen nicht wesentlich hinauskommen werden. Für Glühlampenlicht liegt die heute erreichbare Empfindlichkeit bei etwa 60 µA/lm; die Herstellung einzelner Zellen

---

1) Heinrich Hertz, Wied. Ann. 31 (1887) S. 983.
2) M. Hallwachs, Wied. Ann. 33 (1888) S. 301.
3) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 38 (1889) S. 40, 497; 41 (1890) S. 161.

mit höherer Empfindlichkeit scheint gelegentlich geglückt zu sein, doch fehlen noch verbürgte Mitteilungen darüber. Die langwellige Grenze der Empfindlichkeit solcher Zellen liegt bei etwa 1,1 bis 1,3 μ, also bereits im nahen Ultrarot. Auch im Ultraviolett empfindliche Zellen kann man herstellen; man nimmt dann Kathoden aus Magnesium, Natrium und Lithium, muß aber statt des Glaskolbens einen solchen aus Quarz oder aus einem für ultraviolettes Licht durchlässigen Sonderglas wählen.

Der „innere Photoeffekt“[4]), der seine technische Auswertung in den Photowiderständen findet, ist grundsätzlich von dem bisher betrachteten äußeren Effekt nicht verschieden, ebenso wie der noch zu besprechende Sperrschichteffekt; immer handelt es sich um die Freimachung von gebundenen Elektronen aus dem Atomverband. Bei den Photozellen treten diese Elektronen durchs Vakuum nach der Anode über und werden unmittelbar gemessen; bei den Photowiderständen bewegen sie sich innerhalb des Halbleiterwiderstandes und verursachen dabei Störungen in dessen Gitteraufbau, die sich in gleichem Sinne wie der primäre innere Photoeffekt, nämlich in einer Verringerung des Widerstandes des Halbleiters auswirken. Der innere Photoeffekt ist an den verschiedensten Stoffen gebunden worden, praktische Verwendung als Photowiderstände fanden jedoch nur das Selen sowie Mischungen aus Selen und Tellur und eine anorganische Thalliumverbindung[5]). Selen- und Thalofide-Zellen werden wegen ihrer hohen Stromausbeute für gewisse Zwecke trotz augenscheinlicher Nachteile immer noch angewendet; auf die Gründe hierfür und die Eigenschaften der Zellen gehen wir noch ein.

Bei den elektrolytischen Photozellen, deren Wirkungsweise noch nicht bis in alle Einzelheiten geklärt ist, haben wir es mit der Überlagerung mehrerer Photoeffekte zu tun: der Ausbildung eines primären lichtelektrischen Potentials an der belichteten Elektrode, die meist aus einem oxydierten Schwermetall besteht, und anschließenden elektrochemischen Vorgängen in dem Elektrolyten zwischen den beiden Elektroden. Der Becquerel-Effekt[6]) war bereits vor der Mitte des 19. Jahrhunderts bekannt, aber erst nach dem Kriege scheint es gelungen zu sein, technisch brauchbare Zellen herzustellen.

Auf vielen Gebieten wissenschaftlicher und technischer Anwendung herrscht heute das Photoelement, obwohl kaum ein Jahrzehnt vergangen ist, daß man es in einer brauchbaren Form herstellen kann. Interessant ist, daß die Ausbildung selbständiger lichtelektrischer EMKe an belichteten Selenwiderständen bereits in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts beobachtet und auch schon grundsätzlich richtig gedeutet worden war[7]). Aber es bedurfte erst einer Neuentdeckung unter günstigeren Voraussetzungen, die unabhängig von mehreren Forschern[8]) geschah, um die Grundlagen für die heutige Entwicklung zu legen. Auch über die Wirkungsweise der Photoelemente dürfte noch nicht das letzte Wort gesagt sein, sie braucht uns auch hier weniger zu interessieren als ihre Eigenschaft, ohne eine zusätzliche äußere EMK die fünf- bis zehnfachen Photoströme zu geben wie unsere besten Vakuumzellen. Wir können bei Einsatz von Photoelementen einmal die Saugspannung und die Einrichtung zu deren Überwachung und Regelung sparen, und zum anderen bei genügend großer Beleuchtungsstärke sofort auf empfindliche Galvanometer oder Relais arbeiten, beides Gründe, die in Verein mit der einfachen und billigen Herstellungsweise der Elemente ihre rasch zunehmende Anwendung hinreichend erklären. Daß sie die Photozellen nicht überall verdrängen, liegt namentlich an ihrer großen Kapazität diesen gegenüber und an der daraus folgenden Schwierigkeit, schnellem Lichtwechsel zu folgen, z. T. auch an dem im Verhältnis zu den Photozellen kleinen inneren Widerstand, der ein Verstärken der Photoströme mit Röhren schwieriger macht als bei Photozellen. Wie man über diese Schwierigkeiten hinwegkommen kann, ist im dritten Kapitel angedeutet.

2. Eigenschaften der lichtelektrischen Zellen.

Einen kurzen Überblick über die wichtigsten Eigenschaften der für technische Anwendung in Frage kommenden Zellen gibt Abb. 1. Die in Deutschland noch wenig gebräuchlichen elektrolytischen Zellen blieben dabei außer Betracht. Alle dargestellten Kurven sind nur als Beispiele anzusehen, da die Eigenschaften der verschiedenen im Handel befindlichen Zellen stark verschieden sind.

Die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit, Spalte 1, hat ihr Maximum meist im sichtbaren Gebiet. Die langwellige Grenze der Empfindlichkeit liegt bei den besten Photozellen zwischen 1 und 1,5 μ, bei den Photoelementen ähnlich. Unter den Photowiderständen sind die Selenwiderstände mehr im Sichtbaren, die Thalliumwiderstände mehr im nahen Ultrarot empfindlich. Die meisten lichtelektrischen Zellen haben im Sichtbaren ein oder zwei Maxima. Die besonders für das Ultraviolett gebauten Natrium-, Lithium-, Magnesium- und Kadmiumzellen sind im Sichtbaren teils wenig, teils gar nicht empfindlich. Es soll wenigstens auf diese Sonderbauarten hingewiesen werden, da sie die Möglichkeit einer selbsttätigen Dosierung therapeutischer Ultraviolettbestrahlungen geben. Allgemein lassen sich mit lichtelektrischen Zellen, die in den an das Sichtbare angrenzenden Spektralgebieten empfindlich sind, Fernmeldeanlagen, wie Telegraphie und Fernsprechanlagen, und Fernwirkanlagen, z. B. Fernbetätigung von Schaltern und Schranken, herstellen, deren Vorhandensein und Betrieb Unbefugten gegenüber verheimlicht werden soll. Das nahe Ultrarot eignet sich hierfür besser als das Ultraviolett, weil es in diesem Gebiet stark strahlende Lichtquellen gibt, und weil bei trüber Atmosphäre (Rauch, dicker Nebel) ultrarotes Licht besser als ultraviolettes durchdringt. Ultrarot-Signalisierung ist bereits im Kriege mit Thalofidezellen erfolgreich versucht worden[9]). Ob man in Zukunft für solche Zwecke weiterhin ultrarotes Licht oder aber kurze elektrische Wellen nehmen wird, wird erst die Erfahrung mit beiden Arten der Übermittlung lehren müssen. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß Selen-Photoelemente auch im Gebiet kurzwelligen Ultravioletts und in dem der Röntgenstrahlen empfindlich sind; bisher leidet aber ihre Verwendbarkeit in diesen Bereichen noch an nicht beherrschten Nachwirkungserscheinungen.

Die Abhängigkeit des Photostroms von der äußeren EMK im Stromkreis, der sogenannten Hilfs- oder Saugspannung, Spalte 2 der Abb. 1, interessiert nur bei Photozellen und Photowiderständen, da Photoelemente durchweg ohne Saugspannung betrieben werden. Bei Vakuum-Photozellen (*V*) hat die Strom-Spannungs-Kennlinie bei gleichbleibender Beleuchtung einen Sättigungscharakter. Der Betrag der Sättigungsspannung hängt stark von der Form der Zelle bzw. vom Verlauf der elektrischen Kraftlinien zwischen den Elektroden ab. Bei zentraler Kathode und einer diese nach Art eines Faraday-Käfigs umgebender netzförmiger Anode ist sie wenig von Null verschieden, bei ebener Kathode und parallel dazu stehendem Maschennetz oder bei halbkugel- oder halbwalzenförmiger Kathode und kleiner darin liegender Anode beträgt sie in der Regel 10 bis 50 V. In geringem Maße hängt die Sättigungsspannung auch von der Lichtfarbe und dem Photostrom selbst ab. Häufig verwendet man Zellen mit Füllung aus einem inaktiven Gas (Edelgas). Bei solchen tritt oberhalb der Ionisationsspannung des Füllgases eine Verstärkung des Photostroms durch die Ionenpaare auf, die die Photoelektronen

---

[4]) Vgl. Schrifttum-Verzeichnis am Schluß dieses Aufsatzes.
[5]) T. W. Case, Physic. Rev. 15 (1920) S. 289; vgl. auch Fußnote 4.
[6]) E. Becquerel, C. R. Acad. Sci., Paris, 9 (1839) S. 561.
[7]) W. G. Adams u. R. E. Day, Proc. Roy. Soc., Lond., 25 (1877) S. 113. — W. Siemens, Berl. Ber. (1885) S. 147.
[8]) P. H. Geiger, Brit. Pat. 277 610. — B. Lange, Physik. Z. 31 (1930) S. 139, 964. — W. Schottky, Physik. Z. 31 (1930) S. 916.
[9]) Wie Fußnote 5.

bei ihrem Flug zur Anode aus dem neutralen Gas abspalten. Diese Stromverstärkung, die der Zweck der Gasfüllung ist, macht sich in dem mit wachsender Saugspannung immer steiler werdenden Anstieg der U-I-Kennlinie (G) bemerkbar. Man kann auf diese Weise schwache Photoströme ohne zusätzliche Einrichtungen auf den fünf- bis zehnfachen Betrag verstärken, muß aber dabei mit Nachteilen rechnen, die um so stärker ins Gewicht fallen, je höher man die Betriebsspannung, also die Stromverstärkung treibt. Abweichungen von der Proportionalität zwischen Lichtstrom und Photostrom, starke Abhängigkeit von den Schwankungen der Saugspannung, zunehmende Frequenzabhängigkeit und schließlich eine gewisse Ungleichmäßigkeit müssen in Kauf genommen werden. Sind sowieso Verstärkerröhren im Anschluß an die Photozelle vorgesehen, so sollte man die Verstärkung durch Gasfüllung als ein nur im Notfall anzuwendendes Mittel betrachten. Das obere Ende der Kurve (G) entspricht der Glimmspannung, bei welcher eine durch Licht nicht mehr steuerbare selbständige Entladung einsetzt, die die Zelle leicht zerstört.

Eine ähnliche Wirkung wie bei der Verstärkung der primären Photoströme der Photozellen durch Elektronenstoß liegt beim sekundären inneren Photoeffekt der Halbleiter-Photowiderstände vor. Bei technischen Selenwiderständen sind die Primärströme so klein, daß man sie kaum messen kann, die zur Messung gelangenden Sekundärströme dagegen unter Umständen größer, als sie sich unter gleichen Verhältnissen bei Photozellen und Photoelementen erreichen lassen. Denn diese liefern (von der Gasfüllung abgesehen) höchstens ein Elektron je absorbiertes Lichtquant, tatsächlich meist viel weniger, während die sekundären Ströme der Photowiderstände ein Vielfaches des Quantenäquivalents betragen können. Die nötige Energie muß natürlich die Saugspannung liefern. Die Grenze der Empfindlichkeit ist durch die thermische Belastbarkeit der Photowiderstände gegeben und wird von den Herstellern durch Angabe der höchstzulässigen Betriebsspannung mitgeteilt. Die Strom-Spannungs-Kennlinie ist wegen des negativen Temperaturkoeffizienten des Widerstands der Halbleiter stark nichtlinear, der Dunkelstrom ist, im Gegensatz zu den Photozellen, stets endlich und keineswegs so klein, daß er bei den üblichen Meßschaltungen nicht stören würde. Deshalb verwendet man die Photowiderstände gern in einer für den Fall der Dunkelheit abgeglichenen Brückenschaltung.

Spalte 3 der Abb. 1 enthält die Abhängigkeit des Photostroms I von der Beleuchtungsstärke E. Bei Photoelementen hängt dieser Verlauf stark vom äußeren Widerstand ab. Im Kurzschlußfall läuft die Kurve bis zu hohen Werten der Beleuchtungsstärke linear, im Leerlauffall biegt sie stark ab. In Ausnutzung dieses Umstandes fand man ein Mittel zur Erreichung einer logarithmischen Abhängigkeit zwischen Beleuchtungsstärke und Steuerwirkung. Die Sättigungsspannung U_s liegt bei handelsüblichen Selen-Photoelementen bei 0,1 bis 0,2 V, der Kurzschlußstrom I_0 kann Werte bis zu 500 μA/lm erreichen. Vakuum-Photozellen zeigen bei richtiger Schaltung bis zu den höchsten Beleuchtungsstärken Proportionalität zwischen Photostrom und Beleuchtungsstärke. Abweichungen treten bei gasgefüllten Zellen unter ungewöhnlichen Betriebsbedingungen, wie hoher Saugspannung und sehr hohen Beleuchtungsstärken, auf, werden aber gelegentlich auch durch falsche Messung vorgetäuscht, wenn die Strom-Spannungs-Kennlinie sehr steil verläuft. Photowiderstände zeigen bei kleinen Beleuchtungsstärken hohe, bei großen Beleuchtungsstärken wesentlich niedrigere Steilheit dieser Kennlinie. Man trägt, wie auch in Abb. 1 Spalte 3 geschehen ist, zweckmäßig die Differenz der Leitwerte im hellen und dunklen Zustand $\left(\frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_0}\right)$ über E auf.

1 Cu_2O-Vorderwandelement
2 Cu_2O-Hinterwandelement
3 Selen-Vorderwandelement
4 Kadmiumzelle
5 Kaliumhydrid-Zelle
6 Caesium-Silber-Zelle
7 Thalliumwiderstand
8 Selenwiderstand
9 Selen-Tellur-Widerstand
V Vakuumzelle
G Gaszelle
PE Photoelement
PZ Photozelle
PW Photowiderstand
Ga Galvanometer
ZE Zweifaden-Elektrometer
EE Einfaden-Elektrometer
R Relais
VR Verstärkerröhre

Abb. 1. Eigenschaften lichtelektrischer Zellen.

Die Frequenzabhängigkeit, Abb. 1, Spalte 4, ist für die elektro-optische bzw. optisch-akustische Übertragungstechnik, wie die Bildtelegraphie, das Fernsehen, und den Tonfilm von besonderer Wichtigkeit. Bis an die Grenze der Tonfrequenzen und weit darüber hinaus folgen nur die Photozellen trägheitsfrei dem Lichtwechsel, während sowohl Photoelemente wegen ihrer hohen Kapazität als auch Photowiderstände infolge der Trägheit des sekundären inneren lichtelektrischen Effekts einen erheblichen Frequenzabfall zeigen. Wenn man diesen auch durch geeignete Schaltungen, z. B. Kondensatorleitungen, besondere Schwingungskreise, ausgleichen kann, werden doch dadurch so hohe Dämpfungen eingeführt, daß für die genannten Anwendungsgebiete immer noch vorwiegend, z. T. ausschließlich, Photozellen genommen werden.

Die Temperaturabhängigkeit ist bei den Photozellen verschwindend, bei den übrigen lichtelektrischen Gebilden verhältnismäßig so klein, daß sie für viele Anwendungsgebiete nicht stört, oder erforderlichenfalls leicht durch entsprechende temperaturempfindliche Widerstände abgeglichen werden kann. Allerdings sollte man dafür sorgen, daß die Temperatur der Photozellen 100 ° C, der Photoelemente und -widerstände 70 ° C nicht übersteigt. Auf diesen Punkt ist bei Einbau von solchen Zellen in der Nachbarschaft von Öfen u. dgl. besonders zu achten.

Spalte 5 der Abb. 1 gibt einige der am häufigsten für Meßzwecke und für lichtelektrische Steuerungen verwendeten Schaltungen wieder, die ohne nähere Erläuterung verständlich sind. Die Anpassung an das Meßgerät bzw. das Relais oder den Verstärker hat sich im Interesse größtmöglicher Leistungsabgabe nach dem inneren Widerstand der lichtelektrischen Zelle zu richten. Man wählt also für Photozellen hochohmige, für Photoelemente niedrigohmige Verbraucher.

3. Relais und Verstärker für lichtelektrische Ströme.

Hat man genügend hohe Beleuchtungsstärken zur Verfügung, so braucht man für keine der beschriebenen Bauarten lichtelektrischer Zellen eine Verstärkung. Es gibt heute Drehspulrelais, sogenannte Galvanometerrelais, die bei $3 \cdot 10^{-7}$ W, unter Umständen noch weniger[10]) ansprechen. Rechnet man für eine hochempfindliche Photozelle mit einer Empfindlichkeit von 50 µA/lm und einer Auffangfläche von 20 cm², so spricht ein solches 5 µA-Relais bei einer Beleuchtungsstärke von 50 lx an. Nimmt man für das Selen-Photoelement eine Empfindlichkeit von 450 µA/lm und bei kleinen Beleuchtungsstärken (< 100 lx) einen inneren Widerstand R_i von rd. 10 000 Ω an, so ist ein nur 10 cm² großes Element durch die 1500 Ω des 5 µA-Relais immer noch weit unterangepaßt und bringt dies bereits bei Beleuchtungsstärken von rd. 11 lx zum Ansprechen. Man sieht, daß man für sehr viele Zwecke der Steuerung und Signalisierung mit Photoelementen und den heute verfügbaren, schnell ansprechenden Relais ohne eine zusätzliche Verstärkung völlig auskommen kann. Natürlich braucht man für stärkere Schaltleistungen ein oder zwei Zwischenrelais.

Noch empfindlichere Relais arbeiten nach dem Fallbügelprinzip. Das sind aber schon mittelbar arbeitende Relais, bei denen nur die Steuerleistung vom Photoelement, die Schaltleistung von einem fremdgespeisten Elektromagneten aufgebracht wird.

Für einige noch weniger erschlossene Möglichkeiten lichtelektrischer Steuerungen ist der Bau verläßlicher, einfacher und billiger Relais mit noch höherer Ansprechempfindlichkeit von Wichtigkeit, z. B. für die elektrooptische Beeinflussung fahrender Eisenbahnzüge und Kraftfahrzeuge, Signalübertragung und Warnung durch Nebel mit ultrarotem Licht u. a. m. Daß ein Bedarf hierfür vorhanden ist, zeigen die in letzter Zeit zahlreicher und in verschiedenen Formen erscheinenden Neukonstruktionen von Galvanometerverstärkern, bzw. Galvanometerrelais. Ihnen gemeinsam ist ein hochempfindliches Spulengalvanometer mit festem Nullpunkt. Sie unterscheiden sich in der Art der „Verstärkung" der kleinen Ausschläge des Spulengalvanometers, durch elektro-optische Vergrößerung des Ausschlages mit Differential-Thermoelementen[11]) oder Differential-Photoelementen[12]), elektrolytische Verstärkung durch Flüssigkeitswiderstand[13]), Steuerung durch Luftströme allein[14]) oder in Verbindung mit einer Bolometerbrücke[15]), Änderung des Schwingungszustands eines Röhrensenders[16]). Bei allen diesen Verstärkern besteht auch die Möglichkeit, das Primärmeßwerk richtkraftlos zu machen und mit einer selbsttätig wirkenden Nullpunktskompensation auszurüsten. Dies erlaubt einerseits, die Empfindlichkeit in einfachster Weise zu regeln und bis an den Störspiegel heranzuschrauben, anderseits eine lineare Einteilung zu erreichen. Es ist zwar sicher, daß die meisten der bis heute entwickelten Geräte mit der Gesamtheit ihrer Hilfs- und Zusatzeinrichtungen noch zu verwickelt und zu teuer sind, um für lichtelektrische Steuerungs- und Betätigungskreise in Frage zu kommen; man muß sich aber auch vergegenwärtigen, daß sie alle viel mehr leisten, als für diese Zwecke gefordert wird, und daß im allgemeinen eine Vereinfachung und ein Zuschnitt auf geringere Anforderungen leichter durchzuführen ist als die entgegengesetzte Aufgabe. Der Bolometer-Verstärker nach Sell[17]) wird schon in zwei Ausführungen geliefert, einer einfachen für Steuerungen mit Maximal- und Minimalkontakt und einer höher entwickelten als quantitativer Gleichstromverstärker. Ähnliches wird sich auch bei den anderen Anordnungen erreichen lassen.

Für die Photozelle mit ihrem im Vergleich zum Photoelement hohen inneren Widerstand ist und bleibt vorläufig die Röhre das gegebene Mittel zur Verstärkung. Bezüglich der Größe der Ankopplungswiderstände, die ja die Empfindlichkeit der Schaltung maßgebend bestimmen, ist man nur durch den Isolationszustand von Zellen und Röhren und durch den Einfluß der Ableitwiderstände auf die Frequenzkennlinie gebunden. Für mehrstufige Verstärkung empfiehlt sich die Modulation eines Trägerstroms konstanter Frequenz durch die Photoströme, entweder elektrisch mit einer der aus der Hochfrequenztechnik bekannten Modulationsschaltungen oder optisch mit einer vor der Zelle umlaufenden Lochscheibe; denn eine Gleichstromverstärkung in mehreren Stufen ist nicht so leicht betriebssicher durchzuführen. Im übrigen kann fast jede Aufgabe der Verstärkung der Ströme von Photozellen mittels Röhren unter Verwendung der üblichen Verfahren und Bauteile der Verstärkertechnik erledigt werden.

In der gewöhnlichen Spannungsverstärkung der Photoströme erschöpfen sich keineswegs die Möglichkeiten der Röhrenverstärkung. Besonders, wenn es nicht auf eine strenge Proportionalität zwischen verstärkten Strömen und Photoströmen ankommt, wenn es sich also z. B. nur um die Steuerung bei Über- oder Unterschreitung bestimmter Werte handelt, kann man unter Verwendung weniger Röhren mittels außerordentlich geringer Photoströme sehr erhebliche Schaltleistungen praktisch trägheitslos aussteuern. Ein besonders wichtiges Hilfsmittel für solche Fälle sind die mit Quecksilberdampf gefüllten, gittergesteuerten Glühkathodenröhren (Thyratrons), die sich durch eine im Verhältnis zur abgebbaren Leistung sehr geringe Steuerleistung auszeichnen. Für kleinere abzugebende Leistungen eignen sich auch edelgasgefüllte Glimmröhren mit kalten Kathoden (Glimmrelais)[18]). Auf

[10]) Z. B. Weston-Bercowitz, Buttermann u. Schmidt, Baumgartner.

[11]) W. H. Moll, Z. Physik 34 (1925) S. 109.
[12]) L. Bergmann, Physik. Z. 32 (1931) S. 688.
[13]) R. Sewig u. W. Appuhn, Z. techn. Physik 1 (1934) S. 668.
[14]) Askania-Stromwaage.
[15]) H. Sell, Z. techn. Physik 13 (1932) S. 320; 15 (1934) S. 112, 129.
[16]) L. Brandenburger, Siemens-Z. 15 (1935) S. 467.
[17]) Wie Fußnote 16.
[18]) Vgl. Geffcken-Richter-Winkelmann, Schrifttums-Verz. am Schluß.

die große Mannigfaltigkeit der Schaltungen, die Kombinationen von Photozellen und Ionenröhren enthalten, kann hier nur eben hingewiesen werden. Sie erlauben außer der Lösung der reinen Schalt- oder Steueraufgabe auch die von zusätzlichen Aufgaben, z. B. die Einführung wählbarer größerer Zeitkonstanten oder einer Hysterese, beides Fragen, die z. B. für Dämmerungsschalter wichtig sind.

Überblickt man die beiden letzten Jahrzehnte der Entwicklung auf dem hier kurz umrissenen Arbeitsgebiet der lichtelektrischen Steuerungen, so sieht man, daß, nachdem Laboratorium und Fertigung erhebliche Fortschritte auf dem Gebiet der lichtelektrischen Elemente erzielt haben, ein freieres Schaffen auf diesen Grundlagen möglich ist. Wenn man von Anwendungen absieht, die hart an Spielerei streifen, so eröffnen gerade die im Gange befindlichen Arbeiten der neuzeitlichen Steuerungstechnik noch eine große Reihe von ernsthaften Anwendungsmöglichkeiten, die das schon Geschaffene wertvoll ergänzen werden.

Zusammenfassung.

Für Lichtmessungen verwendet man in erster Linie Photoelemente und Photozellen, für Steuerungen daneben auch, besonders im Ultrarot, Photowiderstände. Photowiderstände und Photoelemente können für Steuerungszwecke meist unmittelbar auf empfindliche Relais, oder, wenn nur sehr schwache Lichtströme verfügbar sind, auf „Galvanometerverstärker" arbeiten. Photozellen werden in der Regel in Verbindung mit Hochvakuum- oder Metalldampf- bzw. Edelgas-Verstärkerröhren benutzt.

Schrifttum:

R. Fleischer u. H. Teichmann: Die lichtelektrische Zelle und ihre Herstellung, Leipzig: Steinkopff 1932.
H. Geffcken, H. Richter u. J. Winckelmann: Die lichtempfindliche Zelle als technisches Steuerorgan, Berlin: J. Schneider 1933.
B. Lange: Die Photoelemente u. ihre Anwendung, Bd. 1, Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1936.
R. Sewig: Objektive Photometrie, Berlin: Springer 1935.
H. Simon u. R. Suhrmann: Lichtelektrische Zellen u. ihre Anwendung, Berlin: Springer 1932.

Praktische Anwendungen von lichtelektrischen Steuerungen.

Von F. Tuczek, Berlin.

621. 383

Übersicht. Für lichtelektrische Steuerungen haben sich in der letzten Zeit bestimmte Geräteformen herausgebildet, die zu den verschiedenartigsten Anwendungen geeignet sind. Eine Reihe solcher Ausführungen werden beschrieben und Beispiele der damit gelösten Aufgaben gegeben.

Nachdem die lichtempfindlichen Zellen zu immer zuverlässigeren technischen Schaltelementen entwickelt worden sind, ist ihre Anwendung zu Schalt- und Steuerzwecken in dauerndem Wachsen begriffen. Eine große Zahl von Aufgaben kann ihrem Wesen nach nur mit lichtelektrischen Mitteln gelöst werden, weil die Unterscheidungsmerkmale für die Auslösung durch das optische Verhalten des steuernden Gegenstandes, nämlich durch sein Reflexions-, Absorptions- oder Brechungsvermögen oder seine Farbe, gegeben sind oder der steuernde Gegenstand selbst die Strahlungsquelle darstellt. Lichtelektrische Steuerungen sind ferner in all den Fällen willkommen, bei denen es sich um Wechselwirkung weit voneinander entfernter oder gegeneinander bewegter Körper handelt, weil hier die mechanischen Übertragungsmittel praktisch versagen. Die Vorteile lichtelektrischer Einrichtungen sind: Trägheitslosigkeit, Fortfallen jeden Kraftbedarfs, keine Abnutzung, dafür aber Anpassungsfähigkeit an die Eigenart und räumlichen Gegebenheiten der zu steuernden Maschinen, in die sie häufig erst nachträglich eingebaut werden müssen. Oft ist auch die Möglichkeit, mit unsichtbaren Strahlen zu arbeiten, von besonderer Bedeutung.

a Lichtzelle, b Verstärkerrohr, c Relais, d Übertrager, e geschützte Leitung, f Widerstand, g Spannungsteiler, h Kondensator

Abb. 1. Stromlauf des einfachsten Verstärkers für lichtelektrische Steuerungen.

Bei den vielen Anwendungsmöglichkeiten ist es nicht einfach, Gesichtspunkte zu finden, die einer auch in preislicher Hinsicht wünschenswerten Entwicklung von Einheitstypen zugrunde gelegt werden können. Immerhin sind bestimmte Typen entstanden, deren Anwendung im folgenden näher erläutert werden soll.

Abb. 2. Verstärker für Zähl- und Steuerzwecke mit eingebauter Lichtzelle.

Das einfachste Gerät eignet sich vornehmlich für Stückzählungen; hier sind, da das Licht einer Lichtquelle vollständig unterbrochen wird, große Lichtunterschiede vorhanden, gleichzeitig werden keine zu hohen Forderungen an die Ansprechgeschwindigkeit gestellt. Wie Abb. 1 zeigt, werden Lichtzelle a und Verstärkerrohr b mit Wechselspannung betrieben. Bei Belichtung wird die Gitterspannung positiver; damit steigt der Anodenstrom, so daß das Relais c anspricht. Der Schwellwert wird mit dem Spannungsteiler g eingestellt. Die Ansprechgeschwindigkeit bleibt durch den Wechselstrom beschränkt, bei 50 Hz auf 20 ms.

Abb. 2 gibt eine Ansicht des Gerätes mit eingebauter Lichtzelle. Oft erfordern es die räumlichen Verhältnisse, die Zelle außerhalb des Verstärkergehäuses anzuordnen. Eine andere Anwendung ist die Regelung der Geschwindigkeit von Förderbändern, z. B. eines photographischen Films zwischen der Gießmaschine und der Trockenmaschine. Der Film bildet zwischen beiden Maschinen eine Schlaufe, die in den Lichtweg hineinhängt und ihn freigibt, wenn sie zu kurz wird. Hier muß von der Ultrarotempfindlichkeit der Zellen Gebrauch gemacht werden. Bei der Aufgabe, Stanniolstreifen für Zigarettenpackungen mit entsprechend eingeprägten Schriftzeichen von der laufenden Herstellungslänge abzuschneiden, wird der

Unterschied des Reflexionsvermögens von glatten und matten Stellen zur Steuerung der Schere benutzt. In Abb. 3 sind die üblichen Lampen- und Zellengehäuse in einer Einrichtung zur Regelung eines Flüssigkeitsstandes zu sehen. Da die Pegelhöhe innerhalb einiger Zentimeter schwanken darf, anderseits fortgesetzte Pendelungen der Steuerung vermieden werden sollen, sind zwei Lichtwege vorgesehen. Wenn das Rohr mit Flüssigkeit gefüllt ist, sammelt es wie eine Zylinderlinse das Licht des Leuchtfadens auf einen Spalt vor der Zelle (im Bild unten), bei leerem Rohr verteilt sich das Licht auf einen schwach erleuchteten Kreis. Man nutzt also hier die Änderung des Brechungsvermögens aus.

Ein interessantes Beispiel einer lichtelektrischen Steuerung ist die Stillsetzung des großen Troges im Schiffshebewerk von Niederfinow[1]). Da der Wasserstand

Abb. 3. Lichtgeber und Lichtzellen in einer Regeleinrichtung für den Flüssigkeitsstand.

des oberen und unteren Kanals je nach der Jahreszeit um mehrere Meter schwankt, eine Änderung des Wasserspiegels im Trog selbst aber eine Über- oder Unterlast von 1 t/mm ergibt, kommt es darauf an, die Hubhöhe sehr genau dem jeweiligen Kanalpegel anzupassen (Abb. 4 und 5). An dem Trog sind in einem Gehäuse *e* (Abb. 5) Verstärker, Lichtgeber und Lichtzelle und außerhalb an einem Arm ein Spiegel *k* angebracht, der das Licht durch das Rohr *r* auf die Zelle lenkt. In einem mit dem Kanal in Verbindung stehenden Gefäß befindet sich ein Schwimmer, der eine in den Strahlengang hineinragende Blende *n* trägt, so daß immer in der gleichen relativen Lage des Troges zum Kanalspiegel das Relais betätigt und der Trog stillgesetzt wird. Auslaufzeit der Motoren und des Troges werden dabei berücksichtigt.

In etwas abgewandelter Form wird die Einrichtung in dem sogenannten Lichtrelais verwendet, das dazu dient, Lichtreklamen, Flugplatz- oder Flugstreckenbefeuerung, die Beleuchtung von Straßen, Schaufenstern, Hausnummern, Feuermeldern, Uhren, Bahnhöfen, Werkplätzen usw. abhängig vom Tageslicht ein- oder auszuschalten[2]), so daß einerseits jede Lichtverschwendung vermieden, anderseits aber auch der Gefahr fehlender Beleuchtung bei vorzeitig einsetzender Dunkelheit oder schweren Gewittern vorgebeugt wird. Während bei den oben geschilderten Anwendungen eine Alkalizelle mit einer Fläche von ungefähr 9 cm² ausreicht, ist hier eine etwa zehnmal größere Zelle nötig. Außerdem muß verhindert werden, daß eine kurzzeitige Verdunkelung oder Aufhellung, z. B. ein Blitz, bereits die Schaltung auslöst. Zu diesem Zweck ist zwischen das erste Relais und den eigentlichen Schalter ein Thermokontakt eingefügt, der die Schaltzeit um etwa eine halbe Minute verzögert. Durch Auswechseln eines Widerstandes kann die Ansprechgrenze zwischen 3 und 100 lx verändert werden. Da bei belichteter Zelle, also bei Tage, das Verstärkerrohr keinen Anodenstrom führt, braucht das Rohr nur sehr selten ausgewechselt zu werden. Eine weitere Abwandlung dieses Gerätes, bei der die Spannungen für die Lichtzelle und den Verstärker einem Gleichrichter entnommen werden, hat eine erhöhte Empfindlichkeit, so

Abb. 4. Schiffshebewerk Niederfinow. Lichtzellensteuerung zur Stillsetzung des Trogantriebes bei ausgeglichenen Wasserständen.

daß das Lichtrelais bis herab zu 0,5 lx betrieben werden kann. Dieser Verstärker eignet sich auch für nicht zu feine Sortieraufgaben, wie z. B. Überwachung der Dicke von Drähten oder Fäden, die zu diesem Zweck durch einen beleuchteten Spalt hindurchgezogen werden[3]).

e wasserdichtes Gehäuse *n* Blende *r* Rohr zur Lichtzelle
k Spiegel *s* Lichtfenster

Abb. 5. Schiffshebewerk Niederfinow. Ansicht des lichtelektrischen Teiles der Anlage.

Für erhöhte Anforderungen an Empfindlichkeit wird ein Zweirohrverstärker mit Gleichstromversorgung verwendet; in Walzwerken, wo es sich darum handelt, das Walzgut auf die gewünschten Längen abzuschneiden, arbeitet dieser als Impulsverstärker. Die lichtelektrische Auslösung der Schere hat gegenüber dem Anstoßschalter den Vorzug, daß sie nie zu einer Verbiegung oder einem Herausspringen des mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 12 m/s laufenden Walzgutes aus dem Führungsbett

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1265. — Die im vorliegenden Aufsatz beschriebenen Geräte wurden bei S&H, z. T. gemeinsam mit SSW entwickelt.
[2]) Vgl. a. S. 152 dieses Heftes.

[3]) ETZ 55 (1934) S. 785.

Veranlassung geben kann und keiner Abnutzung unterworfen ist. Die Wärmestrahlung des noch heißen Walzgutes wirkt auf die Zelle, sobald der Kopf des Walzgutes an ihr vorbeischießt. Die Schnittlänge wird durch den Abstand zwischen Zelle und Schere bestimmt; außerdem ist eine besondere Verzögerungseinrichtung vorgesehen, die die Zeit zwischen Strahlungsstoß und Kontaktschluß des Steuerrelais innerhalb 25 und 250 ms zu ändern gestattet[4]). Abb. 6 zeigt zwei an dem Kühlbett einer Walzenstraße angebaute Verstärker. Der Zweirohrverstärker wird auch in dem Gerät für optischen Raumschutz benutzt. Zur Sicherung von Tresorvorräumen und Umgängen, Läden, Sammlungen, Lagern, Fensterreihen, Laboratorien usw. wird durch ultrarote Strahlen eine unsichtbare Sperrzone gebildet (Abb. 7). Die Strahlen können durch Spiegel auf irgendwelchen Wegen hin- und hergeführt werden. Wenn der kreisförmige Querschnitt des Strahls von 13 cm Dmr. um wenigstens 50 % auf die Dauer von etwa $^1/_{10}$ s abgeschattet wird, löst ein Ruhestromrelais einen Daueralarm aus. Die Strahllänge vom Sender zum Empfänger, die beide mit hochwertigen Hohlspiegeln ausgerüstet sind, kann bis zu 150 m betragen. Da die Anlage mit Wechsellicht einer bestimmten Frequenz arbeitet, das durch eine umlaufende Blende am Sender erzeugt wird, kann sie nicht von einer mit der Strahlenführung vertrauten Person durch Hineinhalten einer Ersatzlichtquelle außer Betrieb gesetzt werden. Schadhaftwerden der Lichtzelle oder des Verstärkers, Stillstand des Motors führen ebenfalls zum Alarm, Ausfall der Netzspannung durch Eingriff des Einbrechers oder Durchbrennen einer Sicherung gibt ein Störalarmzeichen. Der unmittelbare Netzanschluß ist nur zulässig in völlig störungsfreien Netzen, da selbst der Ausfall von ein bis zwei Wechseln, z. B. bei Netzumschaltung, Alarm auslöst. In allen anderen Fällen erfolgt der Betrieb entweder dauernd aus einem Einankerumformer oder aus einem Dreimaschinensatz mit selbsttätiger Umschaltung von Netz- auf Batteriebetrieb und umgekehrt.

Abb. 6. Anbau der Verstärker zur lichtelektrischen Scherensteuerung an dem Kühlbett einer Walzenstraße.

Abb. 7. Bildung eines Schutzzauns aus unsichtbaren Strahlen.

Abb. 8. Zigarettenpackmaschine mit lichtelektrisch gesteuerter Spiegellegeeinrichtung.

Eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit und eine verwickeltere Spiegelanordnung verlangt das Aufsuchen kleiner Löcher in etwa 25 cm breiten Blechbändern, die beim Walzen entstehen können[5]). Das durch ein Loch hindurchfallende Licht gelangt nach ein- oder mehrmaliger Reflexion an Spiegeln zur Lichtzelle. Die Spiegel sind so angeordnet, daß auch Löcher wirksam sind, die das Blech schräg durchsetzen. Mit diesem Gerät können Löcher über 0,3 mm Dmr. aufgefunden werden. Eine ähnliche Einrichtung wurde geschaffen, um sehr schwache und kurze Lichtblitze zu erfassen.

Sehr kleine relative Lichtschwankungen werden bei der sogenannten Spiegellegeeinrichtung für Zigaretten ausgenutzt[6]). Die Zigaretten gelangen zunächst auf ein Förderband mit muldenförmigen Vertiefungen, in denen sie, da sie ovale Querschnitte haben, wahllos mit dem Aufdruck nach oben oder unten liegen. Da sie aber in der Packung alle den Aufdruck oben tragen sollen, müssen die verkehrt liegenden um ihre Achse gedreht werden. Der Unterschied des von den richtig und falsch liegenden Zigaretten zerstreut zurückgeworfenen Lichtes, der nur wenige Prozente betragen kann, muß dazu ausreichen, die Wendeeinrichtung zu betätigen. Um die kleinen Stromänderungen der Zelle wirksam werden zu lassen, wird ein Rohrgitter stark negativ vorgespannt, so daß nur die Änderungen der Steuerspannung in den s t e i l e n Bereich der Arbeitskennlinie fallen. Das Ausgangsrelais hat eine sehr

[4]) Siehe S. 150 dieses Heftes.

[5]) Siehe a. S. 151 dieses Heftes.

[6]) Sie wurde nach der Erfindung der Zigarettenmaschinenfabrik „Universelle" in Dresden mit dieser zusammen als Zubehör zu Zigarettenpackmaschinen entwickelt.

kurze Umlegezeit, so daß eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit erreicht werden kann. Mit diesem Gerät werden Tagesleistungen von einer halben Million Zigaretten ohne weiteres bewältigt. Zahlreiche derartige Einrichtungen sind in Zigarettenfabriken des In- und Auslandes in Betrieb (Abb. 8).

Eine noch höhere Empfindlichkeit in bezug auf Kleinheit der absoluten Lichtmenge, der Einwirkungszeit des Lichtes und der prozentualen Lichtschwankungen besitzt ein Gerät, bei dem die optische Kompensation angewendet wird. Das Gerät spricht nur auf den Unterschied zwischen dem Auslöselicht und einem Vergleichslicht an, die beide in schnellem Wechsel nacheinander auf die Lichtzelle fallen. Da beide Lichtmengen von derselben Lichtquelle herrühren, werden Helligkeitsschwankungen der Lampe, die z. B. durch Netzschwankungen verursacht werden, unwirksam. Ebenso verhält es sich mit Empfindlichkeitsänderungen der Lichtzelle. In Abb. 9 sind die Lampe

Abb. 9. Kompensationsoptik für lichtelektrische Steuerungen hoher Empfindlichkeit.

und die beiden Rohre zu sehen, die die Linsenanordnungen für die Lichtwege enthalten. Das Vergleichslicht fällt durch das obere Rohr über ein einstellbares Schwächungsfilter unmittelbar auf die Lichtzelle, der Prüfstrahl wird nach Durchlaufen des unteren Rohres nach unten umgeknickt, fällt auf den Prüfling und wird von diesem auf die Zelle zurückgeworfen. Eine entsprechende Anordnung ist für durchfallendes Licht vorgesehen. Eine umlaufende Zahnscheibe sorgt dafür, daß die beiden Lichtwege, z. B. 800mal je Sekunde, abwechselnd geöffnet werden. Sind die Amplituden beider Lichtwerte auf der Zelle gleich und ist ihre Zeitfunktion symmetrisch und um 180° in der Phase versetzt, so liefert die Zelle Gleichstrom, der von dem Verstärker nicht durchgelassen wird. Sobald jedoch das über den Prüfling gegangene Licht von dem Sollwert abweicht, entsteht eine Wechselspannung, die durch zwei Vorröhren verstärkt ein Stromtor zündet. Hinter dem zweiten Rohr wird ein Überwachungsinstrument zur Einstellung der optischen Kompensation angeschaltet. Da die Stromtoranode mit Gleichstrom betrieben wird, ist die Ansprechzeit durch die Umschaltfrequenz der Zahnscheibe bestimmt, kann also leicht auf Bruchteile von Millisekunden gebracht werden. Daher ist das Gerät besonders zur Untersuchung von Prüflingen geeignet, die auf laufendem Band gleichmäßig fortbewegt werden. Dabei wird zweckmäßig der Prüfzeitpunkt durch einen von der Fördereinrichtung betätigten Kontakt bestimmt. Ein zweiter Kontakt öffnet den Stromtorkreis nach erfolgter Betätigung. Die Zahl der Auslösungen je Sekunde ist praktisch nur durch die Trägheit der mechanischen Teile begrenzt. Das Gerät ist für Wechselstrom-Netzanschluß eingerichtet und mit einer Einrichtung zur Spannungshaltung versehen, die auch außergewöhnlich große Spannungs- und Frequenzschwankungen des Netzes zuläßt (Abb. 10 u. 11). Auch bei den zuerst beschriebenen Verstärkern werden, wo es die Eigenart der Aufgabe erfordert, diese in letzter Zeit entwickelten magnetischen Spannungsregler vorgeschaltet. In dem Prüflichtweg wird eine auswechselbare Blende auf den Prüfling scharf abgebildet, so daß dem Lichtfleck beliebige Formen gegeben werden können. So ist dieses Gerät für viele Zwecke brauchbar, von denen nur die Überwachung der Größe von Bohrlöchern und der Lehrenhaltigkeit von Werkstücken oder, für reflektiertes Licht, die Prüfung von Farbunterschieden genannt seien.

Abb. 10. Verstärker für lichtelektrische Steuerungen hoher Empfindlichkeit.

Auch vornehmlich für Meßzwecke bestimmte Geräte wurden entwickelt. Der Blutdruckmesser enthält eine Lichtsteuerung als Ersatz für einen mechanischen Schalter, für dessen Betätigung die zur Verfügung stehenden Kräfte zu klein wären. Um den Oberarm des Kranken wird ein gürtelförmiges Luftkissen angebracht und so weit aufgepumpt, bis es den Pulsschlag im Unterarm abdrosselt. Als Maß für den Blutdruck dient der Luftdruck, bei dem der Puls gerade verschwindet. Dieser Druck wird laufend aufgezeichnet. Aufgabe der lichtelektrischen Einrichtung ist es, durch Öffnen und Schließen eines Hahnes dafür zu sorgen, daß sich laufend der richtige Druck einstellt. Unter dem erwähnten Kissen ist ein zweites Luftkissen angebracht, in dem sich über eine feine Düse derselbe statische Druck einstellt, und von dem aus durch eine Düse mit etwas größerer Öffnung bei jedem Pulsschlag ein schwacher Luftstrom gegen eine sehr leichte Fahne geblasen wird. Diese Fahne ist in einer Kapsel an einem Drehsystem mit einem Spiegel angebracht, der abgelenkt das Licht einer Glühlampe auf die Lichtzelle wirft. Über ein Stromtor wird ein Quetschhahn in der Luftpumpenleitung gesteuert. Durch eine genügend große Entladezeitkonstante eines im Gitterkreis liegenden Kondensators wird erreicht, daß der Hahn nicht durch jeden einzelnen Pulsschlag betätigt wird. Damit er sich in dieser Zeit nicht über den Gitterkreis des Stromtors

Abb. 11. Netzanschlußgerät für lichtelektrische Steuerungen hoher Empfindlichkeit.

entladen kann, ist die Lichtzelle so geschaltet, daß bei Belichtung das Gitter eine höhere negative Spannung erhält.

Bei dem Trübungsmesser[7]) für Flüssigkeiten wird neben einer Auslösung, die sehr träge arbeiten darf, eine fortlaufende Aufzeichnung verlangt. Eine niederohmige Sperrschichtzelle betätigt hier einen Fallbügelschreiber ohne besondere Stromquelle; ein Verstärker erübrigt sich.

Abb. 12. Lichtelektrischer Reflexionsmesser.

Als reines Meßinstrument ist der Reflexionsmesser anzusprechen, der ebenfalls mit einer Sperrschichtzelle arbeitet. In einem Gehäuse aus Leichtmetall sind Lampe, Linsen und Zelle eingebaut. Dazu gehört ein empfindlicher Strommesser (Abb. 12). Die Lampe wird aus einem Sammler gespeist und beleuchtet durch eine Öffnung im Gehäuse einen nahezu kreisförmigen Fleck auf dem Prüfling unter 45 °. Das Gehäuse kann entweder auf den Prüfling aufgesetzt oder mit senkrechter Öffnung auf den Tisch gestellt werden, so daß der Prüfling an die Meßöffnung angelegt werden kann. Für die Zelle sind zwei Stellungen vorgesehen, die durch Drehen eines Handgriffs einstellbar sind. In der einen gelangt nur diffus zurückgeworfenes Licht auf die Zelle, in der zweiten wird die spiegelnde Reflexion miterfaßt. Die Empfindlichkeit kann, z. B. bei Messung der spiegelnden Reflexion durch ein vor die Zelle geschaltetes Graufilter, herabgesetzt werden. Für Farbvergleiche wird ein Blau- und ein Rotfilter benutzt. Die Zelle selbst kann vermöge ihrer spektralen Empfindlichkeitsverteilung als Grünfilter angesprochen werden. Die Eichung ist jederzeit mit einer Normalweißplatte und einem Regelwiderstand, der in den Strommesser eingebaut ist, leicht durchführbar. Der Reflexionsmesser wird vor allem in der Papier-, Stoff-, Leder- und Farbindustrie verwendet.

[7]) Siehe auch S. 154 dieses Heftes.

Zusammenfassung.

Von den einfachsten, vorzugsweise für Stückzählungen und Dämmerungsschalter geeigneten Geräten angefangen, werden, nach Leistungsfähigkeit und Aufwand steigend, Formen von lichtelektrisch-optischen und Verstärkereinrichtungen beschrieben und Beispiele ausgeführter Anlagen gegeben. Im besonderen seien hervorgehoben der optische Raumschutz, eine Wendeeinrichtung für Zigarettenpackmaschinen, ein Gerät mit optischer Kompensation für feinste Sortieraufgaben, ein Blutdruck-, Trübungs- und Reflexionsmesser.

Der jüngste Entwicklungsstand der Alkali-Photozelle und deren Eignung als technisches Schaltglied.

Von Dr.-Ing. Werner Kluge, Berlin.

621. 383. 2

Übersicht. Aufgabe der folgenden Ausführungen ist es, den Stand der technischen Entwicklung der Alkalizellen aufzuzeigen, damit daraus der Praktiker ersehen kann, ob und in welchem Maße seinen Anforderungen und Erwartungen bei den derzeitigen Zellen Genüge geleistet werden kann.

1. Struktur der Photokathoden und Farbempfindlichkeit.

Den wichtigsten und zugleich physikalisch interessantesten Teil der Photozelle stellt deren Kathode dar. Die Herstellung technisch brauchbarer Photokathoden erfordert die Heranziehung aller Errungenschaften der neuzeitlichen Hochvakuumtechnik. Alle früheren Herstellungsverfahren von Photokathoden waren in groben Zügen dadurch gekennzeichnet, daß man die Alkalimetalle in dicker massiver Schicht als Kathode in der Zelle anordnete und diese Schichten einer „Sensibilisierung" unterwarf. Man bevorzugte fast ausschließlich das Hydrieren mittels Glimmentladung. Die Instabilität solcher Kathoden ist bekannt und hat ihren Grund in dem allzu hohen Dampfdruck des Kathodenbaustoffes. Im Verlaufe größerer Zeitspannen treten strukturelle Veränderungen der wirksamen Oberflächenschicht ein und rufen Schwankungen zunächst der spektralen und entsprechend der integralen Empfindlichkeit hervor. Die Grundforderung zur Erhaltung stabiler Kathoden, nämlich die Herabsetzung des Dampfdruckes, erfüllen nun die neuzeitlichen Photokathoden. Sie sind alle vom gleichen Grundtyp: Trägermetall—Zwischenschicht—Alkalimetall. Auf dem Trägermetall, meist Silber, ist eine Oxydzwischenschicht angeordnet, auf welcher eine dünne Alkalimetallschicht adsorbiert wird. Die Verdienste, solche Kathoden herzustellen, fallen in allererster Linie Bainbridge zu. Die spektrale Empfindlichkeit, welche man an solchen Kathoden bei Na, K, Rb und Cs erhält, geht aus Abb. 1 hervor. Die Rotempfindlichkeit der Kathoden nimmt mit zunehmendem Atomgewicht zu. Sinngemäß verlagert sich die selektive Wirkung im sichtbaren Spektralgebiet nach dem Roten. Ein auffallend ähnliches —

Abb. 1. Verlauf der spektralen Empfindlichkeit von zusammengesetzten Photokathoden. (Bauart: Silber—Alkalioxyd—Alkalimetall.)

nahezu übereinstimmendes — spektrales Verhalten der vier Schichtenarten ist im Ultravioletten zu verzeichnen. Während dieser Befund — nämlich die beiden selektiven Maxima im Ultravioletten — einer befriedigenden Er-

klärung noch harrt, sind über das Zustandekommen der selektiven Wirkung im sichtbaren Spektralgebiet ausreichende Erklärungen vorhanden. Offenbar wird diese durch eine selektive Lichtabsorption der oberflächlich adsorbierten Alkalimetallschicht hervorgerufen. Es konnte nämlich durch Versuche bewiesen werden, daß äußerst dünne Alkalimetallschichten einen Dichroismus zeigen. Das kennzeichnende Merkmal der zusammengesetzten Photokathode ist gegenüber älteren Kathoden darin zu sehen, daß die spektralen Empfindlichkeitskurven im gesamten bis jetzt zugänglichen Spektralbereich einen „Bandencharakter" aufweisen.

Ein begreifliches Streben der Technik ist es, möglichst rotempfindliche Photokathoden zu erstellen, da so der reiche Anteil unserer Temperaturstrahler an Rotstrahlung ausgenutzt werden kann. Die günstigsten Aussichten hierzu eröffnet uns das Cäsium. Für dieses ist kennzeichnend, daß bei der Oxydkathode der Höchstwert der Rotempfindlichkeit etwa an der Stelle im Spektrum liegt, wo die Farbempfindlichkeit des menschlichen Auges ihr Ende erreicht hat. Bei einer Vielheit von Zellen ist eine völlige Übereinstimmung der spektralen Empfindlichkeit nicht zu erhalten[1]). Diese „Streuung" wird verständlich, wenn man bedenkt, daß die zur Beobachtung gelangenden Photoelektronenzahlen durch eine wenige Atome dicke Oberflächenschicht bestimmt werden, und daß im Mischungsverhältnis des Oberflächen-Mischkristalles Schwankungen von Zelle zu Zelle wahrscheinlich sind. In welchem Maße die Kurven der Cäsiumoxydzellen streuen können, ist in Abb. 2 dargestellt. Aus dieser Abbildung geht gleichzeitig hervor, welche Höchstwerte der Rotempfindlichkeit bei sorgfältiger monochromatischer Untersuchung erreicht werden. Die Angaben noch höherer Werte sind meistens auf optische Meßfehler zurückzuführen. Im allgemeinen sollte der Praktiker verlangen, daß die Zellen nur durch ihre Mittelwerte gekennzeichnet werden. Auf diese Weise werden Zufälligkeiten vor der Verallgemeinerung geschützt. Das Quantenäquivalent, d. h. der Höchstwert der beobachtbaren Elektronenzahlen, welcher höchstens der Anzahl der einfallenden Lichtquanten gleich sein kann, liegt bestenfalls um 1 %. An diesem Befund wird sich, wenigstens an massiven Kathoden, kaum etwas ändern. Gewisse Kathodenbauarten ergeben noch höhere Werte des Quantenäquivalentes. Dann müssen aber einige unerwünschte Nachteile in Kauf genommen werden. Hinsichtlich der Farbempfindlichkeit der Zellen ist eine genügende Auswahlmöglichkeit vorhanden (Abb. 1).

Abb. 2. „Streuung" der spektralen Empfindlichkeit an einer Vielheit von Cäsiumoxydzellen im sichtbaren und ultraroten Spektralgebiet.

2. Technische Gestaltung und Formgebung der Zellen.

In der Ausführungsform von Alkali-Photozellen sind vom rein glastechnischen Standpunkt aus zahlreiche Wege möglich. Im Laufe der Zeit hat sich jedoch eine Reihe kennzeichnender Typen herausgebildet und in die Praxis eingeführt. Die gewählten Formgebungen werden dabei in erster Linie durch den vorherrschenden Anwendungszweck bestimmt. In Abb. 3 sind drei Zellentypen dargestellt[2]), die heute vielfach in der Technik verwendet werden. Die natürliche Größe der Zellen geht aus dem eingezeichneten Maßstab hervor. Der Widerstand zwischen Anode und Kathode liegt bei unbelichteter Zelle zwischen 10^{10} bis $10^{12}\,\Omega$. Dieser Befund und die Konstanz dieses Widerstandes sind wichtig, wenn man eine Gleichstromverstärkung des Photoeffektes anstrebt. Für Wechselstromverstärkung ist das von etwas geringerem Belang. Es kommen Fälle vor, wo das zu messende Licht nicht in Form eines gebündelten Strahles der Zelle zugeführt werden kann, sondern wo die Zelle diffuse Lichtreize wahrnehmen muß. Für diese Fälle ist es unerläßlich, zu Zellen mit großflächigen Photokathoden überzugehen. Die Technik ist heute durchaus in der Lage, große Zellen mit hoher und konstanter Empfindlichkeit bzw. Gleichmäßigkeit herzustellen. Ein Beispiel hierfür ist in Abb. 3c dargestellt. Die Größe der Zelle kann den praktischen Erfordernissen gemäß noch weiter gesteigert werden. Die Grenzen der erreichbaren Größe werden wahrscheinlich durch glastechnische Gegebenheiten vorgezeichnet. Die Wirkung der dargestellten Zellen als optisch schwarze Körper ist zwar erwünscht, jedoch für rein technische Zwecke nicht unbedingt erforderlich. Ebenso ist die störende Wirkung von inneren Wandladungen, die durch große Lichteintrittsfenster wahrscheinlich werden, nicht als so bedenklich anzusprechen — wenigstens für technische Zwecke —, wie

Abb. 3a. Gebräuchliche technische Photozelle, wahlweise versehbar mit verschiedenen Kathoden.

Abb. 3b. Photozelle mit Quarzfenster, gleich geeignet für ultraviolettes, sichtbares und ultrarotes Licht.

Abb. 3c. Großflächige Photozelle, besonders geeignet zur Messung von diffusem Licht.

[1]) Z. techn. Physik 16 (1935) S. 184.

[2]) Die hier beschriebenen Zellen werden von der AEG hergestellt.

häufig angenommen wird. Die Linearität zwischen Photostrom und Lichtintensität wird allerdings nicht in dem Maße erreicht wie bei Zellen, die die Form des schwarzen Körpers aufweisen (vgl. Abb. 3 a und b). (Siehe nächsten Abschnitt.)

3. Gasfreie und gasgefüllte Zellen.

Sämtliche angeführten Zellen können entweder als Vakuumzellen (ohne Edelgasfüllung) oder als gasgefüllte Zellen verwendet werden. Sie unterscheiden sich dann grundsätzlich in ihren Stromspannungskennlinien. Die Vervielfachung des Stromes durch das Füllgas wirkt sich besonders günstig bei Belichtungen mit kleinen Intensitäten aus. Mit steigenden Intensitäten hingegen treten die erreichbaren Gewinne an Empfindlichkeit mehr und mehr zurück, weil die Zündung der selbständigen Glimmentladung dann bei immer niedrigeren Spannungen einsetzt. Zweifellos hat man bei gasgefüllten Zellen nicht so günstige wiederkehrende Meßwerte zu erwarten, wie es bei der Vakuumzelle möglich ist. Auch ist die Vakuumzelle in der strengen Proportionalität zwischen Intensität und Photostrom der Gaszelle überlegen. Die genauen Befunde für jeden vorliegenden Anwendungsfall sollten stets durch Messungen klargestellt werden, da äußerlich etwa übereinstimmende Zellenarten noch Verschiedenheiten aufweisen können, die durch den Hersteller bedingt sind und endgültig erst an Hand vergleichender Messungen nachgewiesen werden können.

4. Grundsätzliches zur Auswahl der Zellen, Schaltung und Anpassung.

Für einen vorgegebenen technischen Verwendungszweck, bei dem man sich zur Anwendung einer Photozelle entschlossen hat, muß zunächst einmal die richtige Photozellenart ausgewählt werden. Eine Erleichterung zur Lösung soll eine Gegenüberstellung der drei Zellenarten bieten. In Zahlentafel 1 werden die Alkalizelle, die Widerstandszelle und die Selen-Sperrschichtzelle einander vergleichend gegenübergestellt. Dort finden sich auch die schon oben besprochenen Eigenschaften mit eingezeichnet. Die Tafel enthält Werte, die heute mit Sicherheit erreicht werden können und keine Zufallswerte darstellen[3]).

Abb. 4. Abhängigkeit der Strom- und Spannungsempfindlichkeit einer Alkalizelle vom Verhältnis des äußeren zum inneren Widerstand (charakteristischer Verlauf).

Spricht nun die vorgegebene Aufgabe für die Verwendung der Alkalizelle und führt die Lösung der Aufgabe zu einer notwendigen Verstärkung des Photoeffektes, so tritt die Frage der Zellenanpassung an den Verstärker in Erscheinung. Die richtige Wahl des Anpassungswiderstandes R_a wird bestimmt durch die mittlere Lichtintensität, welche auf die Photozelle trifft und so den mittleren inneren Widerstand R_i der Zelle festlegt. Den Höchstwert der Spannungsempfindlichkeit σ_e erreicht man, wenn $R_a = R_i$ ist. Welche Werte σ_e über größere Bereiche des Verhältnisses von R_a und R_i annimmt, geht aus Abb. 4 hervor. Der genaue Verlauf der Kurve σ_e ist von der Stromspannungskennlinie der betreffenden Zelle abhängig. Dort ist in gleicher Weise noch die Kurve für die Stromempfindlichkeit σ_i eingezeichnet. Das Wechsellichtverfahren ist im allgemeinen bequemer zu handhaben als das

[3]) S. Fußnote 1.

Zahlentafel 1. Gegenüberstellung von drei Zellenarten.

Eigenschaften	Alkalizelle (gasfrei)	Widerstandszelle	Selensperrschichtzelle
Wirksamer Spektralbereich bis . . .	1,2 μ	1,4 μ	0,8 μ
Erfüllung des Quantenäquivalents für auffallendes Licht	1 %	(100 %)	20 %
Stromempfindlichkeit *)	20 ··· 60 μA/lm	100 ··· 2000 μA/lm	300 ··· 400 μA/lm
Spannungsempfindlichkeit *)	5 V/m lm (100 MΩ)	10 V/m lm (5 MΩ)	0,01 V/m lm
Linearität (innerhalb größerer Bereiche)	streng	nicht vorhanden	angenähert
Trägheit	nein (Primäreffekt)	ja (Primär- + Sekundäreffekt)	nein (Primäreffekt)

* Wahre Temperatur der Lampenwendel $T_w = 2600°$ abs.

Gleichbelichtungsverfahren. Man kann in vielen Fällen dafür Sorge tragen, durch Zerhackung des Lichtstrahles die Vorteile der Wechselstromverstärkung zu erzwingen.

5. Lebensdauerfragen.

Eine berechtigte Frage des Betriebsmannes läuft darauf hinaus, wie es sich mit der Haltbarkeit und Beständigkeit der Zellen innerhalb größerer Zeitspannen verhält. Die Alkalizelle ist in dieser Hinsicht nicht mit irgendeinem anderen Schaltglied der Elektrotechnik zu vergleichen.

Abb. 5. Zeitlicher Verlauf der Empfindlichkeit von Vakuum-Cäsiumoxydzellen bei einer Dauerbelichtung mit 500 Lux bei 100 V Vorspannung.

Streng umreißbare Regeln für das Arbeiten mit Photozellen lassen sich kaum angeben, da die Photozelle wohl nahezu in jedem Anwendungsfalle anderen Betriebsbedingungen ausgesetzt ist. Bei sorglicher Beachtung der Behandlungsvorschriften und bei genügender Kenntnis der inneren Vorgänge in der Zelle wird jeder Betriebsmann mit der Zeit die Grenzen erkennen, in denen er sich beim Arbeiten mit Photozellen bewegen darf. Bei diesen Erörterungen wird nicht an das laboratoriumsmäßige Arbeiten gedacht, sondern an die ausgesprochen technischen Fälle, wo sehr hohe Belichtungsintensitäten, hohe Temperaturunterschiede, Feuchtigkeit und andere grobe Einflüsse in Wirksamkeit treten können. Die nur laboratoriumsmäßige Verwendung der Zelle sieht in der Regel eine pflegliche Behandlung vor. Setzen wir keine allzu hohen Temperaturschwankungen voraus, so haben wir im Betrieb ein zufriedenstellendes Arbeiten der Zelle zu erwarten. Feuchtigkeitseinflüsse verändern den Dunkelwiderstand der Zelle und treten vor allem bei Gleichbelichtung mit geringen Intensitäten störend in Erscheinung. Welche Veränderungen in der Empfindlichkeit der Zelle bei Belichtung über ausgedehnte Zeiträume eintreten, geht aus Abb. 5 hervor. Dort wird dargestellt, wie sich die Stromempfindlichkeit bei Dauerbelichtung mit einem Durchschnittswert von 500 Lux, vom Zeitpunkt der Herstellung an, verändern kann. Bei einer statistischen Untersuchung dieses Vorganges erhält man einen Bereich, welcher von jeder der Kurven durchlaufen werden kann. Man hat heute als sicheren Befund zu buchen, daß nach einem anfänglichen Abfallen der Empfindlichkeit über sehr lange Zeiträume mit einem ausreichend gleichbleibenden Verhalten der Zelle zu rechnen ist, sofern an den äußeren Bedingungen, vor allen Dingen an der eingestrahlten Lichtintensität, der Zellenspannung und der äußeren Temperatur nichts geändert wird. Die dann noch möglichen Schwankungen sind äußerst gering, äußerstenfalls betragen sie $\pm 3\%$ um einen Mittel-

wert. Sie kommen in der Breite des Bandes der Abb. 5 zum Ausdruck. Der anfängliche Abfall der Empfindlichkeit wird um so stärker, je größer die einfallende Lichtintensität ist. Man erklärt diese Erscheinung damit, daß durch die Photoionisation eine Verarmung der unmittelbaren Oberfläche an lichtelektrisch wirksamen Zentren vor sich geht. Unterbricht man die Belichtung an irgendeiner Stelle der angegebenen Kurve und überläßt die Zelle eine genügende Zeit sich selbst, so strebt die Empfindlichkeit ihrem Ausgangswert wieder zu. Dieser Vorgang mag in gewissen technischen Fällen als störend empfunden werden. Er ist jedoch durch das Wesen und die Wirkungsweise der Photokathoden bedingt und muß in mehr oder minder geringem Maße in Kauf genommen werden.

Die eine oder andere Eigenschaft der neuzeitlichen Alkalizelle mag dem Betriebsmann noch unbequem und nachteilig erscheinen. Sicher ist jedoch, daß die heutigen Photozellen unvergleichlich mehr geeignet sind, den robusten technischen Anforderungen Genüge zu leisten, als die älteren, mehr laboratoriumsmäßig ausgebildeten Zellen. Diesen verdanken wir jedoch nach wie vor die grundsätzlichen Erkenntnisse bezüglich der lichtelektrischen Grundgesetze, die selbstverständlich volle Anwendung auch auf die heutigen technischen Photozellen finden.

Zusammenfassung.

Wie wir gesehen haben, können Alkaliphotozellen den verschiedensten technischen Zwecken angepaßt werden. Je nach dem Verwendungszweck und dem von der Lichtquelle ausgesandten Spektrum lassen sich Photozellen mit verschiedenen spektralen Empfindlichkeitsbereichen herstellen. Neu entwickelte Zellen mit großflächigen Kathoden sind besonders geeignet für die Messung von diffusem Licht. Statistisch erfaßte Messungen haben ergeben, daß die Konstanz und Lebensdauer der Zellen den heutigen technischen Anforderungen durchaus genügen.

Über photoelektrische Steuerung von Kinoverstärkern.

621. 383 : 778. 534. 4

Übersicht. Der Aufsatz schildert kurz die Aufzeichnung des Tones beim Tonfilm und die Vorgänge bei der Umwandlung der Tonschrift in akustische Schwingungen unter Zuhilfenahme von Photozellen.

Der Wunsch, den Film auch sprechen zu lassen, ist fast so alt wie der Film selbst. So wurden bereits um die Jahrhundertwende, zur Zeit der eigentlichen Entstehung der Kinematographie, Versuche gemacht, dem Bild auch den Ton hinzuzufügen. Aber erst nachdem in der Verstärkerröhre das Mittel geschaffen war, kleine und kleinste Wechselströme trägheitslos beliebig zu verstärken, war der Weg gewiesen, die an und für sich bereits bekannten „Nadel- und Lichtton-Verfahren" zu dem heutigen technischen Tonfilm auszubauen. Die Pionierarbeit hierfür haben die deutschen Forscher Masolle, Vogt und Engel geleistet[1]). Am 17. 9. 1923 wurde in der „Alhambra", Kurfürstendamm, Berlin, der erste „wirkliche Tonfilm" vorgeführt. Es folgten bald darauf die Vorführungen im Marmorhaus, Berlin; aber erst 1929 begann der Tonfilm von Amerika aus seinen Siegeszug.

Abb. 1a. Sprossenschrift.

Abb. 1b. Zackenschrift.

Heute wird ganz allgemein das Lichttonverfahren angewendet. Die akustischen Vorgänge, Musik, Sprache oder Geräusche, werden durch ein Mikrophon in entsprechende elektrische Schwingungen umgewandelt. Diese elektrischen Schwingungen werden mit Hilfe von Verstärkern viele tausend Mal verstärkt bis auf einen Betrag, mit dem man ein „Lichtsteuerglied" steuern kann. Das Lichtsteuerglied — Kerrzelle, Glimmlampe, Braunsches Rohr, Lichthahn usw. — formt die elektrischen Schwingungen in entsprechende optische Schwingungen um, und diese optischen Schwingungen werden photographisch auf einen Filmstreifen synchron mit dem Bild aufgezeichnet. Auf diese Weise kann man also tatsächlich einen Ton „photographieren". Für die „Tonschrift" kommen zwei grundsätzlich verschiedene Aufzeichnungsverfahren in Betracht: die Sprossenschrift und die Zackenschrift. Die Sprossenschrift kommt dadurch zustande, daß man die Helligkeit eines Lichtsteuergliedes entsprechend den Schwingungen des Schalles ändert, wodurch auf dem Film, ähnlich den Sprossen einer Leiter, verschiedene Schwärzungsgrade entstehen, die ein getreues Abbild der Schallwellen sein müssen (vgl. Abb. 1a). Je lauter der Ton, um so größer sind die Schwärzungsunterschiede, je höher der Ton, um so schneller folgen die Sprossen aufeinander. Bei der Zackenschrift dagegen wird der Lichtstrahl eines Lichtsteuergliedes wie beim Oszillographen seitlich hin und her bewegt, wodurch eine Zackenkurve auf dem Filmstreifen zustande kommt (Abb. 1b). Auf der einen Seite dieser Zackenkurve ist der Film vollkommen gleichmäßig geschwärzt, während er auf der anderen Seite durchlässig ist. Je lauter der Ton, um so größer sind die Zacken, und je höher der Ton, um so schneller folgen die Zacken aufeinander. Als eine beson-

Abb. 1c. Vielzackenschrift (rechts vergrößerter Ausschnitt aus dem linken Bild).

Abb. 2. Prinzipielle Darstellung der Umwandlung der Tonschrift in elektrische Schwingungen.

[1]) Vgl. F. Lüschen, ETZ 50 (1929) S. 1730.

dere Zackenschrift ist noch die sogenannte Vielzackenschrift zu erwähnen, bei der die Tonschrift aus einer oder mehreren parallel verlaufenden Doppelzackenschriften besteht (Abb. 1 c).

Die Wiedergabe des Tonstreifens geschieht durch lichtelektrische Zellen, die optische Schwingungen in elektrische Schwingungen umwandeln. Unter dem Einfluß einer Bestrahlung der Zelle mit Licht werden aus dem bestrahlten Stoff, besonders bei den Alkalimetallen Elektronen ausgelöst. Befindet sich einer solchen Alkalischicht eine Anode gegenüber und liegt zwischen Schicht und Anode eine elektrische Spannung an, so fließt in diesem Stromkreis ein Strom, wenn die Schicht beleuchtet wird. Die Größe des Stromes hängt von der Helligkeit der Bestrahlung ab. Für eine naturgetreue Wiedergabe muß die Photozelle bis zu 10 000 Hz arbeiten, und der ausgelöste Elektronenstrom muß der aufgestrahlten Lichtstärke proportional sein.

Die Tonschrift wird in elektrische Schwingungen in der Weise umgewandelt, daß die Tonoptik einen dünnen Lichtstrich von etwa 0,02 mm Stärke durch den mit steter Geschwindigkeit vorbeilaufenden Film auf die dahinter liegende Photozelle wirft (Abb. 2). Dadurch wird die Zelle Beleuchtungsschwankungen unterworfen, die den Schwärzungsunterschieden des Filmes und somit den aufgenommenen Schallschwingungen entsprechen. Die Beleuchtungsschwankungen rufen in der Photozelle Stromschwankungen hervor, die vom Photozellenkreis als Spannungsschwankungen an das Gitter der ersten Verstärkerröhre gegeben werden. Je nach dem verwendeten Zellentyp und der Bemessung des Zellenkreises kann man eine Nutzspannung von 20 bis 200 mV und mehr, die allerdings praktisch leistungslos ist, dem Photozellenkreis entnehmen. Der erforderliche hohe Eingangswiderstand des Verstärkers sowie der sehr hohe Quellwiderstand der Photozelle verlangen für die Verbindung zwischen der Photozelle im Lichttongerät und dem Verstärker ein Kabel von sehr geringer Kapazität. Man verwendet dafür konzentrisches Sonderkabel und macht die Verbindung zwischen dem Lichttongerät und dem Verstärker so kurz wie nur irgend möglich. Von der richtigen Bemessung des Photozellenkreises einschließlich des Eingangswiderstandes vom Verstärker unter Berücksichtigung der Kapazität des Verbindungskabels hängt die gute Wiedergabe der hohen Frequenzen und damit die Güte der Musik sowie die Deutlichkeit der Sprache ab. Gerade hierbei werden oft aus dem Bestreben heraus, eine möglichst hohe Spannungsausbeute aus der Photozelle zu erhalten, beachtliche Bemessungsfehler gemacht.

Abb. 3. Schaltanordnung einer Tonfilm-Verstärkereinrichtung.

Netzanschlußgerät Verstärker Überblender

Abb. 4. Ansicht eines Vorführerraumes.

Um eine pausenlose Vorführung des gesamten Filmes zu ermöglichen, verwendet man zwei Bildwerfer und „überblendet“ von einem auf den anderen Bildwerfer, wenn die Filmrolle des einen abgelaufen ist. Es hat sich nun aus der Praxis heraus gezeigt, daß es nicht zweckmäßig ist, die beiden Lichttongeräte unmittelbar zu überblenden, d. h. von einem Photozellenkreis auf den anderen umzuschalten, sondern zunächst jede Photozelle an eine eigene Verstärkerröhre zu führen und erst hinter den beiden Verstärkerröhren zu überblenden. Diese beiden Verstärkerröhren mit dem Überblendungsschalter bilden zusammen eine kleine Einheit für sich (Abb. 3), die meistens zwischen den beiden Bildwerfern angebracht

wird (Abb. 4). Auf diese Weise läßt sich auch die Forderung nach einem möglichst kurzen Verbindungskabel zwischen Photozelle und erster Verstärkerröhre leicht erfüllen. Der Ausgang des Überblenders ist niederohmig, meistens 600 Ω, und gestattet es, den eigentlichen Verstärker irgendwo, wo der nötige Platz dafür vorhanden ist, aufzustellen. Zwischen dem Überblender und dem eigentlichen Verstärker wird gewöhnlich ein Lautstärkeregler angeordnet, der sich in dem Theaterraum selbst befindet (im Schaltbild Abb. 3 nicht mit eingezeichnet).

Für eine gute Wiedergabe muß der Verstärker von 30 bis 10 000 Hz geradlinig arbeiten, und die Endstufe muß auch hinreichend bemessen sein, um die für die Aussteuerung der Lautsprecher erforderliche Leistung zu geben. Gerade gegen die letzte Forderung wird noch oft verstoßen, indem man vom Verstärker mehr Leistung verlangt, als er verzerrungsfrei abzugeben imstande ist. Man erhält dann die bekannte schlechte Wiedergabe von Musik und Sprache.

Selbstverständlich wird die heutige Tonfilm-Wiedergabeanlage vollkommen aus dem Netz betrieben. Die Batterien, insbesondere die Trockenbatterien des Photozellenkreises, sind aus den Anlagen verschwunden. Die unangenehmen Netzspannungsschwankungen, die z. B. oft vor dem Überblenden beim Einschalten der zweiten Bildwerferlampe stoßweise auftreten, können in vollendeter Weise dadurch unwirksam gemacht werden, daß man die Netzanschlußgeräte durch Stabilisatoren stabilisiert[2]).

Zusammenfassung.

Bei der Aufnahme eines Tonfilms werden Sprache, Musik und Geräusche durch das Mikrophon in elektrische Schwingungen umgewandelt; diese elektrischen Schwingungen werden verstärkt und einem Lichtsteuergerät zugeführt. Das Lichtsteuergerät formt die elektrischen Schwingungen in optische Schwingungen um, die photographisch neben dem Bild aufgezeichnet werden. Man unterscheidet zwei Arten von Tonschriften: die Sprossenschrift und die Zackenschrift. Bei der Wiedergabe wird die Tonschrift durch die Photozelle wieder in elektrische Schwingungen umgeformt, die elektrischen Schwingungen werden nach entsprechender Verstärkung den Lautsprechern zugeführt, die die elektrischen Schwingungen wieder in akustische Schwingungen umwandeln. Von einer guten Tonfilmwiedergabe wird verlangt, daß die von den Lautsprechern wiedergegebene Sprache, Musik und Geräusche ein naturgetreues Abbild der Vorgänge bei der Aufnahme sind. Dr. R. Seidelbach.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 299. Hersteller der Stabilisatoren: Stabilivolt G. m. b. H., Berlin.

Photozellen im Walzwerk.

621. 383 : 621. 94

Übersicht. Die jüngste Entwicklung auf dem Gebiet der Alkaliphotozelle hatte Zellen zum Ergebnis, deren Eigenschaften ihnen alle möglichen technischen Anwendungen erschließen. Im folgenden ist die Verwendung der technischen Photozelle auf einem Gebiet beschrieben, auf dem lange Zeit besonders starke Bedenken gegen photoelektrische Geräte bestanden.

Ein so empfindliches Gerät wie die Photozelle, die mit Strömen von Millionstel Ampere arbeitet, in dem rauhen Betrieb eines Walzwerks zu verwenden, stieß zunächst auf Schwierigkeiten. Die bisher zur Verfügung stehenden Photozellen besaßen weder genügende Empfindlichkeit im roten und infraroten Gebiet, noch wiesen sie eine ausreichende Beständigkeit bei Temperaturänderungen auf. Die neuzeitlichen technischen Photozellen jedoch besitzen die angegebenen, gerade den Walzwerksbetrieb besonders störenden Eigenschaften nicht mehr.

Für die meisten technischen Zwecke nimmt man Cäsiumzellen (Alkaliphotozellen) (Abb. 1), die den Höchstwert ihrer spektralen Empfindlichkeit etwa bei 0,8 μ, also schon im infraroten Gebiet besitzen. Die Absolutempfindlichkeit serienmäßighergestellter Cäsiumphotozellen beträgt in der Ausführung als gasgefüllte Zelle — die Vakuumzelle dient vorzugsweise Meßzwecken — im Mittel 50 bis 100 μA/lm, bezogen auf eine Temperatur von 2400 °C der bestrahlenden Glühlampe. Die Lebensdauer neuzeitlicher Photozellen ist praktisch unbegrenzt; man kann infolge ihrer hohen Beständigkeit mit einem unveränderten, betriebssicheren Arbeiten über mehrere Jahre rechnen.

a, b Kugelzellen, c, d Walzenzellen, e Frontzelle

Abb. 1. Ausführungsformen technischer Alkaliphotozellen.

Aus den vielen Anwendungsmöglichkeiten, die sich der Photozelle im Walzwerk bieten, seien zwei herausgegriffen[1]):

I. Steuerungen.

Um das Walzgut auf bestimmte Längen zu schneiden, brachte man z. B. im Kühlbett Anstoßschalter an, die durch Gegenlauf der zu schneidenden, fertig gewalzten Stäbe und Drähte betätigt wurden und so den Schneidvorgang auslösten. Abgesehen von der Gefahr, daß sich der mit erheblicher Geschwindigkeit vorwärts bewegende glühende Werkstoff bei dünnen Walzprofilen verbiegen und sogar aus seinem Bett springen kann, gelang es bei dieser Betätigungsart nicht, gleichlange Stäbe abzuschneiden. Eine unerwünschte Werkstoffvergeudung war die Folge; sie war mitbestimmend für die Einführung lichtelektrischer Steuergeräte.

Die Betätigung der Schere kann durch Unterbrechen einer Lichtschranke durch das zu schneidende Stück erfolgen. Diese Betätigungsart ist erprobt und genügt im allgemeinen, verbürgt aber nur dann ein betriebssicheres Arbeiten, wenn das Walzgut groß genug ist, um trotz nicht genau bestimmbarer Lage die Lichtschranke einwandfrei zu unterbrechen. Bei kleinen Querschnitten ist das nicht mehr möglich.

Man benutzt daher in solchen Fällen die von dem glühenden Walzgut ausgesandte Strahlung selbst zum Betätigen des Lichtschalters, wobei die besondere Empfindlichkeit der Cäsiumphotozellen im infraroten Gebiet sehr zustatten kam. Im allgemeinen ist das fertiggewalzte, dünne Walzgut nach Verlassen der Fertigstraße bereits erheblich abgekühlt, die Temperaturen betragen hier nur noch 650 ° bis 700 ° C. Da die Strahlungsintensität bei diesen Temperaturen gering ist, wurde ein Gerät mit gesteigerter Empfindlichkeit geschaffen, das auf Wärmestrahlen geringster Intensität anspricht.

Dieses besteht aus dem Photozellengerät mit einer sehr empfindlichen, hochisolierten Alkaliphotozelle und einer Verstärkerröhre nebst hochohmigem Ankopplungswiderstand. Getrennt davon angeordnet ist das zugehörige

[1]) Ausführungen der AEG, Berlin.

Netzanschlußgerät zur Lieferung der benötigten Gleichspannungen mit Netzanschluß-Transformator, Gleichrichterteil, Stabilisator zur Ausgleichung der Netzspannungsschwankungen, Potentiometer zur Einstellung des Arbeitsbereichs und Hilfsrelais (Abb. 2).

Die Empfindlichkeit des Relais konnte so weit gesteigert werden, daß betriebssicheres Ansprechen noch bei Helligkeitsunterschieden auf der Photozelle von 1 lx bis herunter zu 0,5 lx gewährleistet werden kann, d. h. bei einer Entfernung von 300 bis 400 mm zwischen Photozelle und glühendem Körper spricht es noch bei einer Temperatur des Walzgutes von 650° an. Die Schaltleistung des eingebauten Hilfsrelais beträgt bei 220 V Wechselstrom und induktiver Last 50 VA.

Das Photozellengerät wird so in der Walzrinne angeordnet, daß die Entfernung zwischen Photozelle und Schere der gewünschten Stablänge entspricht. Bei der Einrichtung der Schere ist die Zeit zu berücksichtigen, die zwischen Eintreffen des Lichtstrahles auf der Photozelle und dem Ablauf des Schneidvorganges liegt. Da Photozelle und Verstärkereinrichtung praktisch trägheitslos arbeiten, setzt sich die Verzögerungszeit aus der Ansprechzeit des Feinrelais, die zwischen 0,005 und 0,01 s liegt, und der Fallzeit der Schere zusammen. Die geringe Eigenverzögerung des photoelektrischen Relais kann gegenüber der der Schere vernachlässigt werden.

a

b

a Photozellengerät
b Netzanschlußgerät, Schutzkappe abgenommen

Abb. 2. Hochempfindliches Lichtrelais für Anschluß an normale Wechselspannungen.

Bei der Unterbringung des Photozellengerätes am Walzbett sind zwei Forderungen zu erfüllen, die einander entgegengesetzt sind. Die von einem glühenden Körper ausgesandte Strahlung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab. Das Photozellengerät sollte daher möglichst nahe an das zu überwachende Walzgut herangebracht werden. Die Photozelle dagegen muß aber vor allzu großer Erwärmung geschützt werden, da sonst bei Überschreiten einer Grenztemperatur die Empfindlichkeitseinbuße der Photozelle unzulässige Werte annehmen könnte. Bei neuzeitlichen Photozellen ergaben Entfernungen von 300 bis 400 mm keine erheblichen Empfindlichkeitsverluste. Eine zusätzliche Kühlung des Relais wird je nach den Betriebsverhältnissen von Fall zu Fall in Erwägung zu ziehen sein. Die Photozelle ist hinter dem Lichteintrittsfenster angebracht, das schon einen erheblichen Teil der Wärmestrahlung absorbiert. Der übrige Teil des Gehäuses wird zweckmäßig durch ein einfaches Blech mit einer möglichst blanken und hellglänzenden Oberfläche gegen die unmittelbare Strahlung abgeschirmt. Außerdem kann das Gerät noch mit Preßluft leicht angeblasen werden, um es zu kühlen und gleichzeitig frei von Zunder und Verschmutzung des Lichteintrittsfensters zu halten. Das Netzanschlußgerät wird getrennt aufgestellt, so daß es außerhalb des Walzbetriebes an geschützter und leicht zugänglicher Stelle untergebracht werden kann.

Das Gerät läßt sich auch zur Auslösung anderer Schaltvorgänge verwenden. Die Schaltanordnung Abb. 3 zeigt eine Drahthaspelsteuerung. Bei Anregung der Photozelle durch den glühenden Walzdraht wird der Haspelmotor in Gang gesetzt und der Draht aufgespult. Wenn keine Strahlen mehr auf die Photozelle treffen, d. h. wenn das Ende des aufzuhaspelnden Drahtes an der Photozelle vorbeigelaufen ist, wird der Motor ausgeschaltet. Um das aufgespulte Drahtbündel schnell von der Haspel herunterzubekommen, wird der Motor kurzzeitig gebremst; hierdurch wird das Drahtbündel abgeworfen.

Abb. 3. Eine lichtelektrische Drahthaspelsteuerung.

Wenn es gelang, für geringe Licht- bzw. Wärmestrahlungen (gewalzte und schon abgekühlte dünne Drähte) ausreichende Empfindlichkeit des lichtelektrischen Steuergerätes herzustellen, so wird es bei größeren Strahlungsintensitäten immer möglich sein, solche Geräte den gestellten Aufgaben anzupassen. So hat sich die lichtelektrische Steuerung von Hebetischen, Rollgängen, Wipptischen usw. in langjährigem Betrieb bewährt.

II. Walzblech-Prüfeinrichtung.

Ein bemerkenswertes Beispiel für die Photozelle im Walzwerksbetrieb ist die fortlaufende Überprüfung von ausgewalzten, dünnen Blechen beim Kaltwalzprozeß. Es können hierbei in den fertig gewalzten Bändern Löcher oder Quetschrisse auftreten, die von Beobachtern in den meisten Fällen kaum erkannt werden, da das menschliche Auge sehr schnell ermüdet. Eine Metallfolien-Prüfeinrichtung entlastet hier den Menschen. Unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der hier die Untersuchung durchgeführt wird, kann durch ein Photozellengerät jede Fehlerstelle und jedes Loch über 0,3 mm Dmr. gefunden werden.

Die Prüfeinrichtung hat einen Photozellenteil, durch den das zu untersuchende Band vor dem Aufrollen hindurchgeführt wird (Abb. 4). Oberhalb des Bandes befinden sich mehrere Glühlampen, die eine gleichmäßige Ausleuchtung bewirken, während unterhalb eine oder mehrere parallel geschaltete Photozellen angeordnet sind. Das Walzblech muß den Raum, in dem sich die Photozellen befinden, vollkommen lichtdicht abschließen. Zu diesem Zwecke wird der Rand des Bleches durch schmale Kufen auf die Oberfläche des Photozellengerätes gedrückt; außerdem ordnet man den Prüftisch etwas höher an, so daß auch an der Ein- und Auslaufseite ein lichtdichter Abschluß des Photozellengerätes erreicht wird. Auf diese Weise wird bei Untersuchung auf Fehlerstellen fast die ganze Breite des Bleches erfaßt, der Teil, der durch die Führungskufen abgedeckt wird, ist nur gering.

Treffen durch Löcher und Fehlerstellen auf die Photozelle kurzzeitige Lichtimpulse, so regen diese Stromimpulse an. Bei einem kleinsten Durchmesser der Fehlerstellen von 0,3 mm, die noch von der lichtelektrischen Prüfeinrichtung angezeigt werden sollen, und einer Walzgeschwindigkeit von 30 m/min würde der Lichteindruck auf einer 30 mm breiten Photozelle nur etwas mehr als 1/1000 s dauern. Für mechanische Relais bedeutet dies die Grenze der Ansprechzeit, bei der man nicht mehr mit einem betriebssicheren Arbeiten rechnen kann. Man benutzt daher an Stelle des elektromechanischen Relais ein gittergesteuertes Gasentladungsrohr, das entweder unmittelbar durch die Stromimpulse der Photozelle oder über eine Verstärkerröhre gezündet wird.

a Lichtquelle (Soffittenlampen)
b Photozelle (Walzenzelle)
c Verstärkerröhre
d Glimmstrecken-Spannungsteiler (Stabilisator)
e gittergesteuertes Gasentladungsrohr (Thyratron)
f Doppelweg-Gleichrichterröhre
g Signalgerät
h Potentiometer zum Einstellen des Arbeitsbereiches der Photozelle und des Zündpunktes des Thyratrons

Abb. 4. Photoelektrische Walzblech-Prüfeinrichtung; unten Netzanschluß-, oben Photozellengerät.

Daß der kurzzeitige Lichtimpuls nun zur Auslösung von Schaltvorgängen ausreicht, ist nur möglich, weil das Thyratron eine von den Hochvakuumröhren abweichende Eigenschaft aufweist; der durch das Thyratron fließende Strom ist bei einer Anodengleichspannung nach erfolgter Zündung nur durch den äußeren Widerstand bestimmt; er kann durch eine wiederholte negative Vorspannung des Gitters nicht mehr beeinflußt werden. Durch den Lichtimpuls und den dadurch hervorgerufenen Stromstoß der Photozelle wird das Thyratron gezündet und damit Signallampen oder dgl. betätigt. Man kann auch sofort den Walzenmotor stillsetzen oder durch Betätigung einer Farbspritzvorrichtung die fehlerhafte Stelle kenntlich machen. Ist der Schaltvorgang beendet, so genügt eine kurzzeitige Unterbrechung des Anodenstromkreises, um das Thyratron wieder betriebsfähig zu machen.

Zusammenfassung.

Die Leistungsfähigkeit technischer Photozellen wird an Hand zweier kennzeichnender Anwendungen beschrieben. Infolge der gesteigerten Empfindlichkeit neuzeitlicher Photozellen und Photozellengeräte ergibt sich selbst bei geringen Temperaturen und größeren Abständen zwischen Photozelle und glühendem Körper ein einwandfreies Arbeiten. Die Anwendungsmöglichkeiten werden hierdurch wesentlich gesteigert.

Die Verbindung Photozelle—Thyratron ist darüber hinaus eine Anordnung, mit der das trägheitslose Ansprechen der Photozelle hauptsächlich für solche Steuerzwecke ausgenutzt werden kann, wo andere mechanische Steuermittel versagen.

Dipl.-Ing. K. Johannsen.

Die Anwendung der Photozelle als Dämmerungsschalter.

621. 383 : 628. 971

In den meisten Großstädten besteht heute eine halbselbsttätige Einschaltung der öffentlichen Beleuchtung. Fast durchweg werden sowohl die Gaslampen als auch die elektrischen Lampen zentral durch Gasdruckwelle bzw. elektrische Steuerleitungen ein- und ausgeschaltet. Bei dieser gleichzeitigen Einschaltung der gesamten Stadtbeleuchtung kann natürlich nur die allgemeine Helligkeit berücksichtigt werden, aber nicht der verschiedene Dämmerungsverlauf in den einzelnen Stadtbezirken. Enge Straßen z. B. benötigen viel zeitiger am Abend eine Beleuchtung als weite Plätze und breite Ausfallstraßen. Bei großen Stadtgebieten kommt hinzu, daß die Beschaffenheit der Atmosphäre oder die Wolkenbedeckung einen weitgehend verschiedenartigen Dämmerungsverlauf in den einzelnen Bezirken hervorrufen, der ebenfalls berücksichtigt werden muß, aber bei zentraler Einschaltung nicht berücksichtigt werden kann. Eine den örtlichen Verhältnissen angepaßte richtige Ein- und Ausschaltung der Beleuchtung ist daher nur dann möglich, wenn an Ort und Stelle selbsttätig arbeitende objektive Meßgeräte eingebaut sind.

oben Lichtfänger unten Schaltgerät

Abb. 1. Dämmerungsschalter.

Die photoelektrische Zelle gibt grundsätzlich die Möglichkeit, objektiv richtig unter Berücksichtigung der jeweiligen Wetter- und Beleuchtungslage die Einschaltung der künstlichen Beleuchtung herbeizuführen.

In einem reckteckigen Gußgehäuse befinden sich die Netzanschluß- und Schaltteile (Abb. 1), während in einer besonderen Glasglocke (Lichtfänger) die Photozelle und ein Elektronenelektrometer angeordnet sind[1]). Das Elektronenelektrometer hat den Vorzug, daß es eine hohe Meßgenauigkeit auch bei kleinsten Helligkeiten zuläßt, anderseits jedoch mechanisch außerordentlich unempfindlich und betriebssicher ausgebildet werden kann.

Die Schaltung des Elektronenelektrometers[2]) zeigt die Abb. 2. Eine Meßröhre *Em* befindet sich mit der

[1]) Das Gerät wird von der Visomat G. m. b. H., Leipzig, hergestellt.

[2]) Geffcken, Richter, Winckelmann: Die lichtempfindliche Zelle als technisches Steuerorgan, Berlin: Dtsch. Liter. Inst. J. Schneider 1933.

Photozelle *Z* und dem Meßkondensator *Cm* in dem oben erwähnten Lichtfänger *L*. Das Gitter der Röhre *Em* wird durch eine besondere selbsttätig arbeitende Vorrichtung in bestimmten Abständen (etwa 30 s) negativ aufgeladen.

L Lichtfänger	*Em* Meßröhre	*W* Widerstand	P Potentiometer
Z Photozelle	*Cm* Kondensator	*LW* Ladewippe	*R* Relais

Abb. 2. Schaltung des Elektronenelektrometers für Dämmerungsschalter.

Anschließend wird die Zeit bestimmt, die vergeht, bis die Ladung über die Photozelle *Z* abfließt und die Meßröhre *Em* Strom zu führen beginnt. Diese Zeit ist abhängig von der Helligkeit, die auf die Photozelle einwirkt; je stärker die Zelle beleuchtet wird, in um so kürzerer Zeit fließt der Strom ab. Die Zeit von der Drosselung der Röhre bis zum Wiederbeginn der Stromführung ist also bei dem Elektronenelektrometer ein Maß für den Zellenstrom und damit für die Helligkeit.

Die Drosselung der Röhre durch die negative Gittervorspannung erfolgt durch die Ladewippe *LW*, die in geöffnetem Zustande bewirkt, daß die dem Gitter abgewandte Belegung des Kondensators *Cm* über den Widerstand *W* ein positives Potential erhält, das beim Schließen der Ladewippe *LW* wieder verschwindet. Das Gitter nimmt bei der Einwirkung der positiven Spannung Elektronen aus dem Entladungsweg auf, die es anschließend nicht wieder abzugeben vermag, so daß es negativ aufgeladen wird.

V Schaltgerät	*Se* Schalter		
SR Steuerrelais	*S* Schaltschütz		
G Lampen	*H* Hauptschalter		

Abb. 3. Anschluß einer Beleuchtungsanlage an einen Dämmerungsschalter.

Mit der Meßröhre *Em* in Reihe liegt ein Relais *R*, das die Beendigung der Entladung des Kondensators *Cm* meldet. Zur Messung der Zeit dient ein Synchronlaufwerk, das je nachdem, ob die Entladungszeit einen vorgegebenen Wert unterschreitet oder überschreitet, einen Schalter ein- bzw. ausschaltet.

Die Abb. 3 zeigt eine Beleuchtungsanlage in Verbindung mit einem Dämmerungsschalter. Die Glühlampen *G* werden über einen Schaltschütz *S* gesteuert. Das Schaltgerät *V*, welches die obenbeschriebenen Elemente enthält, schaltet das Steuerrelais *SR* ein, wenn eine gewisse Helligkeit unterschritten ist, und wiederum aus, wenn die Tageshelligkeit einen vorgeschriebenen Betrag überschreitet. Es wird dann jeweils das Schaltschütz ein- bzw. ausgeschaltet. Der Schalter *Se* gibt die Möglichkeit, den Dämmerungsschalter außer Betrieb zu setzen und die Anlage von Hand oder von einem Uhrwerk aus zu betätigen; dies ist erforderlich, wenn die Lichtanlage auch außerhalb der kritischen Dämmerungszeiten betätigt werden muß.

Abb. 4. Schaltgerät des Dämmerungsschalters.

(Man erkennt die Lochscheibe, auf der Stifte der gewünschten Schalthelligkeit entsprechend eingesetzt werden können.)

Da das menschliche Auge am frühen Morgen eine höhere Lichtempfindlichkeit besitzt, pflegt man in der Praxis am Morgen bei kleinerer Helligkeit umzuschalten als am Abend. Hierbei entsteht eine Schwierigkeit für selbsttätig arbeitende Geräte, da diese sowohl am Abend als auch am Morgen mehrfach ein- und ausschalten würden, wenn sie auf sich überschneidende Helligkeitswerte eingestellt sind. Bei dem beschriebenen Dämmerungsschalter ist diese Schwierigkeit dadurch überwunden, daß nach erfolgter Umschaltung eine nochmalige Betätigung des Dämmerungsschalters für eine längere Zeit gesperrt wird. Während der Sperrzeit ist die Gewähr dafür gegeben, daß sich die Tageshelligkeit ausreichend verändert und ein Rückschalten nicht mehr eintreten kann.

In Abb. 4 ist das in Abb. 1 (unten) wiedergegebene Schaltgerät geöffnet dargestellt. Man erkennt deutlich die als Zeitmeßwerk dienende Lochscheibe, auf der Stifte für die Abendumschaltung (schwarze Hälfte) und Morgenumschaltung (weiße Hälfte) eingesetzt werden können.

Dr. H. Richter.

Die Anwendung der Photozelle im Wasserwerksbetrieb.

621. 383. : 644. 6

Fast alle Gebrauchswässer werden heute einer Filterung bzw. Chlorierung unterzogen, um sie zu reinigen bzw. keimfrei zu machen. Die Überwachung der Reinheit der Wässer ist dadurch erschwert, daß bereits geringe Verunreinigungen, die man mit dem bloßen Auge nicht mehr festzustellen vermag, das Wasser unbrauchbar machen. So ist es erwünscht, bei Trinkwässern eine Trübung von 5 bis 10 °[1]) festzustellen, da ein Überschreiten dieser Werte als unzulässig betrachtet wird.

Bei der Chlorbehandlung ist es wichtig, daß keine Überdosierung stattfindet, um Schäden mannigfaltigster Art durch das Chlor zu verhindern. Auch hierbei ist die Verfärbung nur gering und kann schwer mit dem bloßen Auge festgestellt werden.

Für eine fortlaufende Überwachung der Wässer sind daher objektive photoelektrische Verfahren vorzüglich geeignet, da sie ohne Ermüdung stets genau arbeiten. Auch bei objektiven Verfahren besteht die Schwierigkeit des Nachweises sehr geringer Trübungen. Durch geeignete optische Hilfsmittel gelingt es jedoch, die Empfindlichkeit objektiver Meßverfahren außerordentlich zu steigern.

Nach dem Verfahren, welches von Dr. Geffcken und Dr. Richter[2]) angegeben wurde, wird folgende physikalische Erscheinung ausgenutzt: Die Trübung einer Flüssigkeit ruft weniger eine Schwächung des durchstrahlenden Lichtes durch Absorption als eine Ablenkung der Strahlen durch Streuung hervor. Wählt man eine optische Anordnung, die das abgelenkte Licht von dem nicht abgelenkten Licht trennt, so vermag man überraschend hohe Empfindlichkeiten zu erzielen.

L Lichtquelle O_1, O_2 Linsengruppe G Gefäß B Blende Z Photozelle

Abb. 1. Optische Anordnung eines Trübungsmelders.

Abb. 1 zeigt die optische Anordnung eines Trübungsmelders. Das von der punktförmigen Lichtquelle L ausgehende Licht wird unter Zwischenschaltung der Linsengruppe O_1 in ein paralleles Strahlenbündel verwandelt, welches das Flüssigkeitsgefäß G durchstrahlt. Hinter dem Gefäß G befindet sich wiederum eine Linsenanordnung O_2, die das parallele Lichtbündel auf der Blende B zu einem Punkt vereinigt und durch eine Lochöffnung der Blende B auf die Zelle Z gelangen läßt. Sobald durch in der Flüssigkeit auftretende Trübungen die Strahlen gestreut, d. h. von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt werden, bildet O_2 diese Strahlen nicht mehr in der Lochöffnung der Blende B ab, sondern benachbart davon. Diese Lichtstrahlen können infolgedessen nicht mehr auf die Zelle gelangen, und es tritt, obwohl das Licht nicht vernichtet, sondern nur gestreut worden ist, auf der Zelle eine erhebliche Verdunkelung auf, die zur Betätigung von Relaisanordnungen herangezogen werden kann.

Eine Verfeinerung dieses optischen Verfahrens ergibt sich, wenn die gestreuten Lichtstrahlen von der Blende B auf eine zweite Photozelle geworfen werden, etwa dadurch, daß man die Blende B als Spiegel mit einer Lochöffnung ausbildet. In diesem Falle wird die zweite, mit dem Spiegel verbundene Photozelle in dem Maße stärker beleuchtet, in dem das Licht auf der ersten Photozelle geschwächt wird. Durch eine Kompensationsschaltung, die das Verhältnis beider Zellenströme mißt, läßt sich auch die geringste Trübungsänderung nachweisen. Ein Beispiel für eine Kompensationsschaltung zeigt die Abb. 2. Die beiden Elektronenröhren E_1 und E_2 besitzen je einen Kondensator C_1 und C_2. Sobald die Röhre E_2 Strom zu führen beginnt, erfolgt über den Transformator T eine sofortige Drosselung beider Röhren E_1 und E_2 durch negative Aufladung der Gitter. Die Gitterladungen fließen über die Photozellen Z_1 und Z_2 wieder ab, und zwar um so rascher, je stärker die Beleuchtung der Zelle ist. Die Einstellung wird nun so vorgenommen, daß der Anodenstrom in der Röhre E_2 stets früher wieder einsetzt als in der Röhre E_1, so daß die Elektronenröhre E_1 praktisch dauernd stromlos bleibt, weil der einsetzende Anodenstrom beide Röhren über den Transformator T von neuem drosselt. Verändert sich nun das Beleuchtungsverhältnis der beiden Photozellen Z_1 und Z_2, wird insbesondere die Beleuchtung der Zelle Z_1 stärker und entsprechend die Beleuchtung der Zelle Z_2 schwächer (einsetzende Trübung), so führt die Elektronenröhre E_1 zeitiger Strom als die Röhre E_2, und das Relais R vermag anzusprechen, bevor eine neuerliche Drosselung beider Röhren eintritt.

Z_1, Z_2 Photozellen E_1, E_2 Elektronenröhren C_1, C_2 Kondensatoren T Transformator R Relais.

Abb. 2. Kompensationsschaltung zur Trübungsmeldung mit zwei Photozellen.

Abb. 3. Trübungsmelder für Gebrauchswässer.

Die beschriebene Schaltung zeichnet sich einmal durch ihre Empfindlichkeit, zum anderen auch dadurch aus, daß sie selbsttätig Helligkeitsschwankungen der Lichtquelle kompensiert, die etwa durch Netzschwankungen hervorgerufen werden können.

Die Abb. 3 zeigt das in Betrieb befindliche Gerät[3]). In dem Gußgehäuse befindet sich das Schaltgerät und darunter das Meßrohr zum Durchleiten der zu überwachenden Flüssigkeit. Zu beiden Seiten des Meßrohres sind die optischen Anordnungen nach Abb. 1 angebracht.

Dr. H. Richter.

[1]) Trübungsgrade, gemessen in mg Kieselgur je Liter.

[2]) Geffcken, Richter, Winckelmann: Die lichtempfindliche Zelle als technisches Steuerorgan, Berlin: Dtsch. Lit. Inst. J. Schneider 1933.

[3]) Hersteller: Visomat G. m. b. H., Leipzig.

RUNDSCHAU.

Chemie.

621. 383 : 662 **Elektrische Überwachung eines chemischen Reifevorganges von explosiven Chemikalien mittels Photozellen.** — Bei der Herstellung von Sprengstoffen kommt es zwecks Erzielung höchster Wirkungen darauf an, daß die verwendeten Chemikalien größtmögliche Reinheit besitzen und daß die Herstellung nach einem festgelegten Plan erfolgt. Geringfügige Abweichungen von erprobten Normen können nicht nur zu erheblichen Verlusten an Rohstoffen führen, sondern auch in hohem Maße das Leben der Gefolgschaft und den Bestand der Herstellungseinrichtungen durch etwa eintretende Explosionsgefahr gefährden.

K Flüssigkeit
P_1, P_2 Photozellen
L Lichtquelle
T_1, T_2 Kleinspannungstransformatoren
G Gleichrichter
V Verstärker
B_1, B_2 Batterien
Z Zeitschreiber
S Sirene
D Schalter
L_1 Signallampe

Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau der elektrischen Überwachungseinrichtung.

Diese Gefahr wächst bei Sprengstoffen naturgemäß mit der Herstellungsstufe. Kurz vor der Beendung wird bei einem der üblichen Herstellungsverfahren die dickflüssige Masse mittels eines langsam umlaufenden Rührwerkes in Bewegung gehalten und bei einer bestimmten Temperatur längere Zeit geheizt. Nach Ablauf dieser Zeit bildet sich in der Mitte des Rührbottichs eine weiße Schaumstelle, welche einen Durchmesser von wenigen Zentimeter hat. Sobald dieses Reifezeichen erscheint, muß sofort dafür gesorgt werden, daß der Herstellungsvorgang unterbrochen wird. Da auch zuverlässige Beobachter nicht immer mit gespannter Aufmerksamkeit lange Zeit einen bestimmten Punkt beobachten können und mit früher oder später eintretenden Ermüdungserscheinungen zu rechnen ist, erwies es sich als zweckmäßig, den Reifevorgang durch eine Photozelle überwachen zu lassen. Diese Aufgabe war jedoch nicht leicht zu lösen, weil die Farbe die Temperatur und die Reflexion der Flüssigkeit eine erhebliche Rolle spielten. Ferner mußte der Betriebssicherheit der Anlage ganz besondere Beachtung geschenkt werden.

Wie die Abb. 1 zeigt, besteht die Anlage aus den beiden Photozellen P_1 und P_2, welche so über dem Flüssigkeitsspiegel *K* angeordnet sind, daß die von der zu beobachtenden Stelle ausgehende Lichtstrahlung auf die wirksame Schicht der Photozellen fällt. Die Lichtquelle *L* wird über einen Kleinspannungstransformator T_1 gespeist. Der Photozellenstrom wird durch den Verstärker *V* auf die erforderliche Höhe verstärkt. Durch den Kleinspannungstransformator T_2 wird der Verstärker über den Gleichrichter *G* gespeist. Die Akkumulatorenbatterien B_1 und B_2 dienen zur Stromlieferung bzw. zur Stromspeicherung für die Lieferung des Stromes bei Störungen oder Aussetzen der Netzspannung. Eine Sirene *S* meldet den Eintritt des Reifevorganges. Sobald jedoch sich eine Störung bemerkbar macht, tritt ein eingebautes Ruhestromrelais in Wirkung und schaltet die rote Lampe L_1 unter gleichzeitiger Betätigung der Sirene ein. Jedes Ansprechen der Sirene wird durch den Zeitschreiber *Z* vermerkt. Durch mehrmalige tägliche Prüfungen, welche zu bestimmten Zeiten erfolgen, indem eine reflektierende Prüfscheibe in die Nähe der Photozellen gebracht wird, und ferner durch Abschaltung des Schalters *D* wird die Betriebssicherheit der Anlage erprobt. Während eineinhalbjähriger Betriebsdauer einer solchen Anlage sind bisher keine Störungsmeldungen über Versagen der Anlage eingegangen. Ing. W. Zesch VDE, Aschaffenburg.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 383 : 621. 34 : 529. 78 **Verbesserung des photoelektromagnetischen Antriebes von Präzisionsuhren.** — Wie auch in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet worden ist, hat man in den letzten Jahren in der Präzisionszeitmessung versucht, durch Einführung von Photozellen und Verstärkerschaltungen an Stelle mechanischer Steuerkontakte die Ganggenauigkeit zu steigern, indem man durch Entlastung des Pendels von mechanischer Arbeitsleistung dem Idealfall des „freien Pendels" sich zu nähern suchte (Ferrié, Schuler u. a.). Dabei

P Pendel
*A Sp*₁, *A Sp*₂ Antriebsspulen
M Stabmagnet
*U Ph*₁, *U Ph*₂ Umschaltphotozellen
A Ph Antriebszelle
L Lichtquelle
S Spiegel
Bl Blende
V Verstärker

Abb. 2. Grundsätzliche Anordnung des Antriebs.

hat man offenbar teilweise die Störeinflüsse des elektromagnetischen Antriebes vernachlässigt, so daß die erstrebten Leistungen nicht erreicht wurden. Schmücking berichtet in seiner Doktordissertation, die auch eine recht anschauliche Schilderung der historischen Entwicklung auf dem Gesamtgebiet gibt, u. a. über seine neuen Versuche, durch einen beiderseitig wirkenden elektromagnetischen Antrieb an Stelle des bisher angewendeten einseitigen Antriebes Verbesserungen zu erzielen. Lippmann hat bereits 1896 rechnerisch nachgewiesen, daß der Antrieb nur, wenn er in der Senkrechtlage des Pendels erfolgt, störungsfrei ist. Die selbst bei geringer Abweichung von der Senk-

rechtlage auftretenden Fehler können jedoch bei beiderseitigem Antrieb ausgeglichen werden, wenn die Impulse mit gleicher Stärke an der gleichen Stelle, aber mit wechselndem Vorzeichen, stattfinden. Bei der neuen Anordnung des Verfassers ist auf beiden Seiten je eine Antriebsspule $A\,Sp_1$, $A\,Sp_2$ vorhanden (Abb. 2), die abwechselnd bei den Pendelschwingungen P erregt werden, und in die jeweils ein am Pendelende befindlicher Magnetstab M eintaucht. Drei Photozellen sind vorhanden; auf die eigentliche Antriebszelle $A\,Ph$ wird das Bild einer Fadenlampe L über einen am Pendel befestigten Hohlspiegel S durch eine Spaltblende Bl scharf abgebildet. Beim Schwingen des Pendels werden abwechselnd auch die beiden äußeren Umschaltphotozellen UPh_1, UPh_2 belichtet, die durch ihren Photostrom nur ein Relais umschalten, so daß abwechselnd die eine oder andere Antriebsspule vom entsprechend verstärkten Photostrom der Antriebszelle erregt wird. Der Verfasser beschreibt eingehend die Schaltung und Arbeitsweise der Anordnung, die Abnahme der genauen Zeit und die Zählung der Sekunden; letztere erfolgt durch ein Kontaktrelais. Als Stromquelle dient ein stabilisierter Gleichstromanschluß. [O. Schmücking, Doktordissertation Jena, Verlag W. Diebner, Leipzig.] *Blz.*

621. 317. 761 **Zeiger-Frequenzmesser.** — Die Zeiger-Frequenzmesser[1]) haben gegenüber den Zungen-Frequenzmessern grundsätzliche Vorzüge: Anpassung der Ablesungsart an die sonstigen Meßinstrumente, größere Ablesegenauigkeit (Frequenzschwankungen von 0,01 % sind bei ± 1 % Anzeigebereich noch ablesbar), sehr hohe Meßgenauigkeit (± 0,04 % bei den besten Instrumenten), Möglichkeit der Aufzeichnung und der Ausrüstung mit Zeigerkontakten, Unempfindlichkeit gegen periodische Erschütterungen.

Typeneinteilung: 1. Frequenzmesser-Schaltungen, bei denen verschiedenartige in Reihe geschaltete Widerstände und ein Spannungsmesser vorgesehen sind: Man kann einen stromabhängigen Widerstand (Eisendrahtlampe) in Reihe mit einer stark gesättigten Drossel schalten und an die Drossel einen als Frequenzmesser geeichten Spannungsmesser legen oder einen Kondensator in Reihe mit einer stark gesättigten Drossel verwenden und ebenfalls an die Drossel den Spannungsmesser schalten (Martienssen) oder auch nach Keinath parallel zum Kondensator einen Hilfstransformator, durch den ungefähr 20 % der Kondensatorspannung der Drosselspannung entgegengeschaltet werden.

2. Frequenzmesser-Schaltungen, bei denen verschiedenartige parallel geschaltete Widerstände und ein Quotientenmesser vorgesehen sind. Diese Schaltungen benutzen Kreuzzeigerinstrumente, elektrodynamische Meßgeräte, Dreheiseninstrumente oder Induktions-(Ferraris-) instrumente.

3. Zeiger-Frequenzmesser besonderer Bauart sind die Kompensations-Meßgeräte, bei denen die zu untersuchende Frequenz zur Speisung einer frequenzempfindlichen Brückenschaltung mit selbsttätiger Nullabgleichung dient, ferner die Resonanzinstrumente, bei denen eine bewegliche Kurzschlußspule durch einen Kondensator kurzgeschlossen ist derart, daß die Selbstinduktion der Spule mit der Kapazität bei der Nennfrequenz in Resonanz ist. Das Erregerfeld dieser Spule wird von der zu untersuchenden Spannung erzeugt. Ein weiteres Verfahren ist die Erzeugung von Gleichstrom über einen an das zu untersuchende Netz angeschlossenen Synchronmotor, der eine Meßdynamo antreibt. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V 3612-3.] *Krt.*

621. 317. 723 **Elektrometer.** — Der Urtyp ist das bekannte Goldblatt-Elektroskop. Aus diesem entstand das Elektrometer von Braun, bei dem eine Nadel über eine Skala spielt. Bei dem Pendel-Elektrometer von Rogowski spreizen sich zwei Scheiben gegeneinander. (Rogowski hat diese Ausführung bis 1000 kV benutzt.) Beim Faden- oder Saitenelektrometer werden ein oder zwei sehr dünne Drähte oder metallisierte Quarzfäden durch ein elektrostatisches Feld aus ihrer Ruhelage gebracht (Ein- und Zweifaden-Elektrometer von Wulf, Schlingenelektrometer von Kohlhörster). Bei diesen Typen ist die Verwendung einer Hilfsspannung möglich, wodurch die Empfindlichkeit erhöht werden kann. (Außerdem ändert sich ohne Hilfsspannung der Ausschlag proportional dem Quadrat der zu messenden Spannung, mit Hilfsspannung linear mit der zu messenden Spannung). Beim Quadrantenelektrometer bewegt sich eine Nadel (meist in Form einer 8) in einer in vier Teile geteilten Kammer. Beim Duanten-(Binanten-)elektrometer nach Dolezalek liegt eine in zwei Teile geteilte Scheibe im Innern einer ebenfalls in zwei Teile geteilten Kammer, während beim Duantenelektrometer nach Hoffmann der bewegliche Teil in der zweigeteilten Kammer aus einem schmalen Kreisausschnitt besteht. Natürlich kann man auch die Quadranten- und Duantenelektrometer mit Hilfsspannung verwenden. Daß man das Elektrometer auch zur Leistungsmessung verwenden kann, hat Orlich gezeigt[1]). Beim Induktionselektrometer wird von der zu messenden Ladung eine Sekundärladung auf einen Metallkörper induziert und dort mit einem Elektrometer gemessen. Beim Kapillarelektrometer ist eine Kapillare mit Quecksilber gefüllt und taucht in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Gefäß, das auf dem Boden ebenfalls Quecksilber enthällt. Kapillare und Bodenquecksilber bilden die beiden Elektroden für die zu messende Spannung. Die durch Berührung des Quecksilbers in der Kapillare mit der Schwefelsäure entstehende Polarisationsspannung bewirkt ein Absinken des Quecksilbers in der Kapillare. Die zu messende Spannung wird entgegen der Polarisationsspannung angelegt und bewirkt ein Steigen des Meniskus. Schreibende Elektrometer werden entweder mit photographischen Aufnahmegeräten ausgerüstet oder mit Zeiger als Fallbügelschreiber gebaut. [A. Palm, Arch. techn. Messen (1935) J 765-1.] *Krt.*

[1]) Vgl. a. H. Boekels, ETZ 56 (1935) S. 205.

Elektrisches Prüfamt 8. — Dem Elektrischen Prüfamt 8 in Königsberg i. Pr. wurde die Prüfbefugnis wie folgt erweitert[2]):

Für Gleichstromprüfungen	bis	300 A	480 V
„ Wechsel- und Drehstromprüfungen	„	1000 A	15 000 V

621. 317. 39 : 536. 5 **Fernmessung der Feuchtigkeit von Gasen.** — F. Lieneweg zeigt, daß der Gehalt strömender Gase an Wasserdampf überwacht werden kann, indem man den Temperaturunterschied zwischen einem trockenen und einem feucht gehaltenen Thermometer, die bekannte Taupunktsbestimmung, benutzt. Dieser Unterschied liefert aber im allgemeinen nicht den richtigen Feuchtigkeitsgrad des Gases, sondern bedarf der Berichtigung je nach der Temperatur des Gasstromes. Diese Berichtigung wird selbsttätig vorgenommen, indem in die Brückenschaltung ein aus Näherungsformeln errechneter Zusatzwiderstand gelegt ist. Unterhalb 30° ist die Abweichung vom wahren Taupunkt so groß, daß zum Ausgleich zwei Brücken mit einem Kreuzspulinstrument nötig sind. [Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 14 (1935) H. 2, S. 21.] *K. A.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 1. 045 **Niederspannungsmaschinen mit Froschbeinwicklung.** — Prof. Kulebakin bringt im Juliheft der „Elektritschestwo" unter Hinweis auf — angebliche — besondere Vorteile der Froschbeinwicklung für Gleichstrom-Niederspannungsmaschinen eine Ableitung der Formeln zur Bestimmung der Hauptabmessungen solcher Maschinen unter Annahme bestimmter Größen, wie Stromdichte im Ankerleiter, Nutenfüllfaktor, Nutenzahl je Pol usw. Die nach diesen theoretisch zweifellos richtig aufgebauten Formeln als Beispiel durchgerechnete Maschine wird infolge ihrer geringen Beanspruchungen bestimmt gut gehen, jedoch hat sie nach unseren Begriffen keinen praktischen Wert, da sie viel zu groß und folglich viel zu teuer ausfällt. Ähnliche Maschinen werden in Deutschland wesentlich höher ausgenutzt und mit etwa der dreifachen Drehzahl betrieben, mit der die von Prof. Kulebakin als Beispiel durchgerechnete Maschine läuft; solche Maschine ergibt wesentlich kleinere Modelle sowohl für den Generator als auch für den Antriebsmotor. [Kulebakin, Elektritschestwo (1935) H. 14, S. 1.] *Wh.*

[1]) E. Orlich, ETZ 30 (1909) S. 435.
[2]) Reichsministerialblatt 1935, S. 848.

Beleuchtung.

621. 32. 015. 1 **Zulässige Spannungsschwankungen in Lichtnetzen.** — Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) führten eine größere Anzahl von Versuchen durch, um Anhaltspunkte für die zulässige Größe der Spannungsschwankungen mit Rücksicht auf die Lichtverbraucher zu gewinnen. Die Versuche, zu denen eine Reihe von Versuchspersonen aus verschiedenen Berufszweigen herangezogen wurden, erstreckten sich auf periodische Spannungsschwankungen mit Schwingungsdauern von 1 bis 30 s und wurden sowohl mit Allgemeinbeleuchtung wie auch mit Arbeitsplatzbeleuchtung jeweils verschiedener Stärke vorgenommen. Im Mittel war die Grenze sowohl für die Bemerkbarkeit der Spannungsschwankungen wie auch die Höhe der zu Beanstandungen Veranlassung gebenden Schwankungen von der Art und der Stärke der Beleuchtung praktisch unabhängig. Mit zunehmender Dauer des Überganges von dem einen in den anderen Spannungszustand wächst die Größe der bemerkbaren wie auch der zu Beanstandungen Veranlassung gebenden Spannungsschwankungen, und zwar hauptsächlich in dem Gebiet von 0 bis 1 s. Eine weitere Verlängerung des Ausgleichvorganges ist kaum noch von Einfluß. Die Steigerung der zulässigen Spannungsänderung mit wachsender Schwingungsdauer ist dagegen wesentlich geringer und erreicht ihren Endwert bei etwa 20 s. Die Höhe der zulässigen Spannungsschwankung liegt je nach Dauer der Schwankung und des Ausgleichvorganges zwischen 1 % und 6 %.

Es ist zu bedauern, daß die Versuche nicht auch noch auf kleinere Schwingungsdauern ausgedehnt wurden; liegt doch, wie sich aus früheren Untersuchungen[1]) ergibt, aus physiologischen Gründen die kritische Schwankungsfrequenz in dem Gebiet zwischen 5 und 10 Hz, einem Bereich, der z. B. beim Antrieb von Kolbenkompressoren für Kühlanlagen häufig erreicht wird. Auf *einmalige* Spannungsabsenkungen, wie sie z. B. beim Einschalten von Kurzschlußläufern vorkommen, erstreckten sich die Versuche der EKZ nicht; es sei daher darauf hingewiesen, daß hierüber außerordentlich umfangreiches Versuchsmaterial (über 6000 Versuche) der Berliner Kraft- und Licht (BEWAG) -Aktiengesellschaft vorliegt[2]), dessen Auswertung teilweise zu etwas anderen Ergebnissen geführt hat, als die Versuche der EKZ.

Die durch eine Spannungsschwankung hervorgerufene Lichtschwankung ist um so geringer, je größer die Wärmeträgheit der Lampe (Glühfadendicke und -anordnung) ist.

Je höher die Beleuchtungsstärke, desto unempfindlicher ist das Auge gegen Lichtzuckungen, und zwar ist die Empfindlichkeit bei indirekter Beleuchtung fast durchweg höher als bei direkter.

Einmalige Lichtschwankungen werden mit zunehmender Dauer stärker empfunden.

Die quantitative Auswertung des Versuchsmaterials ergab, daß bei einer Einsenkungsdauer von 0,1 s Spannungsabsenkungen von mehr als 1 % Tiefe wahrgenommen werden. Von einer Störung durch derartige *einmalige* Lichtzuckungen kann im allgemeinen nicht gesprochen werden. [W. Werdenberg, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 609.] *Sdn.*

Elektrowärme.

621. 365 : 669. 18 **Elektrische Schmelzöfen in einer belgischen Stahlgießerei.** — Erst seit 1930 befaßte sich die Union des Aciéries zu Marcinelle mit dem Gedanken, den für Gußzwecke benötigten Stahl in elektrischen Öfen zuzubereiten. Nach und nach wurden dann auch ein elektrischer Lichtbogenofen und zwei Hochfrequenzöfen von 250 bzw. 500 kg Inhalt aufgestellt und in Betrieb genommen. Der Lichtbogenofen, Bauart Héroult-Stein, hat einen Inhalt von 2,5 t, einen runden Herd und drei Graphitelektroden von 150 mm Dmr. Beim heißen Ofen, also von der 2. Schmelzung ab, kann die Schmelzung in 1½ h bei 130 V und 625 bis 650 kVA durchgeführt werden; nach dieser Zeit geht man für die Feinung auf 106 V herunter. Die Feinung selbst ist nach etwa 1¼ h bei einem Stromverbrauch von 200 kWh durchgeführt. Nach rd. 1 h hat man eine weiße Schlacke im gewünschten Sinne, während der Stahl selbst einen Schwefelgehalt von nur 0,010 % und einen Phosphorgehalt von nur 0,015 % aufweist. Die beiden Hochfrequenzöfen wurden für die Erzeugung von Sonderstahlguß aufgestellt; sie sind seit 1934 in Betrieb. Man betreibt sie nicht gleichzeitig, sondern nacheinander, da oft nur kleine Stücke zu gießen sind, für die der kleinere Ofen ausreicht. Die Hochfrequenzöfen sind so aufgestellt, daß ihre Höhe mit der Ebene der Arbeitsbühne abschneidet. Hierdurch ist eine bequeme Bedienung des Ofens ermöglicht. Die Hochfrequenzöfen besitzen ein aufgestampftes Futter, dessen Ausführung für den Ofen von 500 kg nur 3 h erfordert; es hält etwa 80 Schmelzungen aus. Erzeugt wird vor allem nichtrostender Stahl mit Nickel- und Chromanteilen, chromhaltiges Sondergußeisen von großer Wärmebeständigkeit. Die Schmelzungen werden im 200 kg-Ofen in 1¼ h und im 500 kg-Ofen in 2¼ h durchgeführt. Der Stromverbrauch für die Stahlerzeugung beträgt 710 kWh/t für eine Gießtemperatur von 1600° C. [R. Sevin, J. Four electr. 44 (1935) S. 401.] *Kp.*

[1]) Vgl. neben vielen anderen ETZ 38 (1917) S. 453.
[2]) Vgl. Jahrbuch der Verkehrsdirektion 1932. Veröffentlichungen der BEWAG Reihe II, 13 (1932) S. 131.

621. 364. 5 **Ein neuer schnurloser Heißwasserbereiter.** — Bei ortsveränderlichen elektrischen Haushaltsgeräten ist die Anschlußschnur sehr oft die Ursache zu Betriebsstörungen. Deshalb ist ein neues Gerät (Abb. 3) entwickelt worden, das eine solche Anschlußschnur vermeidet. Die für den Betrieb des Tauchsieders notwendige Energie wird einer auf der Grundplatte angebrachten Steckdose entnommen, die derart angeordnet ist, daß der Stromschluß durch die sorgfältig geschützten Steckerstifte erst dann erfolgt, wenn der Heizkörper genügend tief in die Flüssigkeit eingetaucht ist, und umgekehrt die Stromunterbrechung schon stattgefunden hat, bevor der Heizkörper dieselbe verlassen hat. Der Heizkörper kann also nicht trocken gehen und dadurch zerstört werden. — Für die Zubereitung kleiner Mengen Wasser ist dieses Gerät besonders vorteilhaft, weil ein Umreißen des Gefäßes durch die Zuleitungsschnur im Gegensatz zu den Tauchsiedern mit Schnur nicht stattfinden kann. Die Heizspirale wird von oben eingeführt und benötigt keine besondere Stütze durch die Gefäßwandung.

Abb. 3. Schnurloser Heißwasserbereiter.

A. Käppele VDE.

621. 316. 11 **Bemessung von Speisepunkten und Steigeleitungen bei veränderlicher Belastung.** — In dieser Zeitschrift wurden erstmalig 1931 die Grundlagen für die Berechnung elektrischer Anlagen unter Berücksichtigung des elektrischen Kochens veröffentlicht[1]). Bereits damals wurde darauf hingewiesen, daß die Kochbelastung vom Anschlußwert des Herdes und der Zahl der Kochstellen abhängig ist und daß ein besonderer Sicherheitszuschlag für die sog. Zufallsspitze sowie ein weiterer Zuschlag für gleichzeitige Lichtbenutzung getroffen werden müssen. Auf diese Arbeit und auf eigene Arbeiten aufbauend hat nunmehr Velisek eine Formel angegeben, die die genauere Berechnung von Leitungsquerschnitten ermöglicht, auch wenn die Kochstellen beliebig über die gesamte Leitungslänge verteilt sind. Die Schlußformel für 220 V Wechselstrom lautet:

$$q = \frac{2}{\varepsilon} K \left[N_{\max} p + N_H (1 - p)\right] \frac{l}{2} \left(\frac{220}{E}\right)^2.$$

[1]) F. Mörtzsch, ETZ 52 (1931) S. 961.

Dabei ist:

ε Spannungsabfall in %
N_{max} Anschlußwert aller Herde in kW
N_H mittlerer Anschlußwert eines Herdes in kW
p Lastanteilfaktor
l Leitungslänge in m
K Korrekturfaktor.

Der Lastanteilfaktor errechnet sich nach den Vorschlägen von Mörtzsch[1]) zu

$$p = \frac{100}{a^v},$$

wobei sich v nach den Berechnungen von Mörtzsch zu 0,385, nach den Berechnungen von Velisek zu 0,301 ergibt. Der Korrekturfaktor K berücksichtigt die Tatsache, daß der Lastanteilfaktor entsprechend der Zahl der Herde längs der Leitung sich ändert. Er beträgt etwa 20,5 %. Wird mit diesem Wert noch der 15prozentige Zuschlag für gleichzeitige Lichtbenutzung, der Zuschlag für die Zufallsspitze sowie die Leitfähigkeit des Kupfers vereint, so ergibt sich für K ein Wert von 0,05. Für Leitungen anderer Spannung kann in bekannter Weise ein besonderer Umrechnungsfaktor C eingeführt werden. [Velisek, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 517 u. 532.]. *Mö.*

Bergbau und Hütte.

621. 365 : 669. 1 **Elektrische Hochöfen.** — Die wichtigsten Versuche, Eisenerze im elektrischen Hochofen zu verhütten, wurden in Frankreich, Kanada, Kalifornien und in den skandinavischen Ländern vorgenommen. Héroult in Frankreich unternahm 1900 seine ersten Versuche mit einem mit zwei beweglichen Elektroden ausgestatteten Ofen. Dann ging man hier auf Öfen mit leitendem Boden und schließlich auf Dreiphasenöfen über. Die Ergebnisse waren zwar nicht in vollem Maße befriedigend, doch genügten sie für eine industrielle Anwendung des Verfahrens. Die einzelnen Arbeitsstufen beim verbesserten Héroult-Ofen sind: Vorwärmen der Eisenerze durch die Ofengase, teilweise Reduktion der Erze durch Kohlenoxyd, Schmelzen und restliche Reduktion in Gegenwart von Kohle durch die Wärme des elektrischen Stromes. Der Betrieb ist fortlaufend, und Roheisen und Schlacke werden von Zeit zu Zeit wie beim gewöhnlichen Hochofenbetrieb abgestochen.

In Kanada begann man 1903 sich mit der Frage der elektrischen Roheisenerzeugung zu befassen und richtete 1906 einen Betrieb mit einem Héroult-Ofen ein, mit Holzkohle als Reduktionsmittel; auch versuchte man ein sehr schwefelarmes Roheisen zu erzeugen und ferner die Verhüttung von Erzen mit elektrischer Leitfähigkeit (Magnetit). Ein neuzeitlicher elektrischer Hochofen in Kanada hat etwa folgende Abmessungen: Außendurchmesser 1,22 m, Innendurchmesser oben 0,76 m, in der Mitte 0,80 m, unten 0,60 m, Herdhöhe 0,80 m, Schachthöhe 2,80 m, Elektrodenlänge 1,80 m, Betriebsspannung 50 V. Man erzeugt ein Roheisen mit einem Schwefelgehalt von 0,006 bis 0,02 % je nach dem Möller. In Pitt-River (Kalifornien) arbeitet man mit einem Dreiphasenofen, Bauart Noble-Héroult, mit 6 Elektroden; sein Hauptkennzeichen sind: Gesamthöhe 8,30 m, Außendurchmesser des Schachtes 3,96 m, des Herdes 2,80 m, Inhalt des Herdes 7,9 m³, Elektrodendurchmesser 21,6 cm, Höchstleistung 1500 kW.

Der elektrische Hochofen in Trollhättan (Schweden) wurde 1910 bis 1912 entwickelt. Die Betriebsspannung ist 40 bis 90 V, die Leistung 2500 kW. Das in Trollhättan verhüttete Eisenerz hat die Zusammensetzung: 77,92 % Fe_3O_4, 6,51 % Fe_2O_3, 0,55 % FeO, 0,59 % MnO, 2,66 % MgO, 1,59 % CaO, 0,84 % Al_2O_3, 0,24 % TiO_2, 8,12 % SiO_2, 0,0285 % P_2O_5, 0,0095 % S. Das hieraus erzeugte Roheisen hat niedrigen Schwefel- und Phosphorgehalt. Der Elektrodenabbrand wurde von zunächst 10 kg auf 5,72 kg verringert (je t Roheisen). Der Verbrauch von 2481 kWh je Tonne Roheisen verteilt sich wie folgt: 1686 kW (68 %) für nutzbare Wärme, 795 kW (32 %) Verluste[2]). Von letzteren entfallen 470 kW (18,86 %) auf Strahlung, 165 kW (6,57 %) auf Kühlwasser, 95 kW (3,83 %) auf Leitungsverluste und 65 kW (2,74 %) auf Transformatorenverluste. Die Leistung der heutigen elektrischen Hochöfen in Schweden schwankt zwischen 2500 und 5000 kW, die Roheisenerzeugung ist 35 bis 40 t in 24 h. [Nach einem Vortrag von Léonhard vor dem Internationalen Gießereikongreß in Brüssel 1935.] *Kp.*

[1]) Elektr.-Wirtsch. 30 (1931) S. 359.
[2]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) S. 1206.

Fernmeldetechnik.

621. 394. 4 **Eintontelegraphie (ETT).** — Die Eintontelegraphie, als Ergänzung des Fernsprechbetriebes auch Fernsprech-Teilnehmertelegraphie genannt, wurde entwickelt, um bestehende Netze neben dem eigentlichen Sprechverkehr auch dem Fernschreibbetrieb nutzbar zu machen[1]). Durch Verwendung einer im Sprachgebiet liegenden Zeichenträgerfrequenz ist es möglich, diese Fernschreibverbindung über die im Fernsprechwege liegenden Übertragungs- und Vermittlungseinrichtungen hinweg herzustellen, an denen keinerlei Änderungen vorzunehmen sind. Es ist gleichgültig, ob die Verbindung den Weg über einen Niederfrequenz- oder einen Trägerstrom-Fernsprechkanal nimmt. Auch beim Teilnehmer kann die vorhandene Fernsprechanlage fast unverändert bestehen bleiben. In die Anschlußleitung des Fernsprechapparates ist nur ein Schalter einzubauen, durch den auf ein Tonfrequenzzusatzgerät umgeschaltet werden kann. Länder mit gut ausgebauten, engmaschigen Fernsprechnetzen geringer Ausdehnung und schwachem allgemeinen T-Verkehr werden den gegebenen Boden für die Eintontelegraphie bilden. Bei Ortsnetzen mit Selbstanschlußbetrieb müssen die Eintontelegraphiegeräte, welche zum Betrieb über einen Umschalter an Stelle des Fernsprechapparates an die Leitung angeschlossen werden, die aufgebaute Verbindung auch nach Abschalten des Fernsprechapparates halten. Die Amtvermittlungseinrichtungen dürfen durch sie nicht gestört werden, während sie selbst unempfindlich sein müssen gegen Störungen durch die Vermittlungs- und Signaleinrichtungen des Fernsprechbetriebes. — Es wird ein Eintontelegraphensystem beschrieben, bei welchem die Telegraphierzeichen auf einer mittels Röhrensummer erzeugten Trägerfrequenz von 1700 Hz übertragen werden. Tonfrequenzmäßig arbeitet die Apparatur über die Fernleitung mit Arbeitsstrom. Das ist notwendig, da bei Ruhestrombetrieb die von jeder der beiden Teilnehmerstationen ausgesandte Tonfrequenz sich auf der Leitung überlagern und somit einen Betrieb unmöglich machen würde. Durch Drücken einer Taste der Fernschreibmaschine wird der Sendekontakt im Rhythmus des dieser Taste zugeordneten Telegraphierzeichens geöffnet bzw. geschlossen. Wenn der Sendekontakt geöffnet ist, fließt ein Trägerstromimpuls in die Leitung. Bei geschlossenem Sendekontakt ist der eigene Empfänger an die Leitung geschaltet. Bei der Gegenstation liegt, da von dort nicht geschrieben wird, ebenfalls der Empfänger an der Leitung. Ausführlich werden Schaltung und konstruktiver Aufbau der Geräte beschrieben. Die Vorzüge der ETT liegen bei äußerster Einfachheit der Schaltung und Übersichtlichkeit des Aufbaues in ihrer großen Leistungsfähigkeit. Bei höchster Sendeleistung von 30 mW (5 V an 800 Ω) können bis 4,3 Neper Leitungsdämpfung überbrückt werden. Die Empfindlichkeit des Gerätes stellt sich selbsttätig auf die gerade vorhandene Leitungsdämpfung ein. Auch Dämpfungsschwankungen der Leitung während des Betriebes werden sofort ausgeglichen. Schwankungen von ± 10 % der Netzspannung vermindern die Leistungsfähigkeit der Geräte noch nicht. Bei Betrieb über eine verzerrungsfreie Leitung unter Einrechnung von Änderungen der Restdämpfung zwischen 0 und 4,3 N und Netzspannungsschwankungen um ± 10 % weisen die beschriebenen Eintongeräte in Verbindung mit einer Teilkreis-Fernschreibmaschine noch einen symmetrischen Spielraum von mindestens 40 % auf. Dieser erhöht sich bei mittlerer Dämpfung auf über 50 %. Bis zu ± 25 % von den Leitungen herrührende Verzerrungen ergeben also immer noch fehlerfreien Betrieb der ETT. Die Geräte bedürfen keiner Wartung oder Einstellung. — Außer für den öffentlichen Teilnehmerverkehr kann die ETT auch in behördlichen oder privaten Fernmeldeanlagen mit Vorteil dann verwendet werden, wenn eine Gleichstromtelegraphie nicht möglich ist. Bei starkstrombeeinflußten und hochspannungsgefährdeten Kabeln und Freileitungen bieten die zum Schutz der Geräte eingebauten Ringübertrager kein Hindernis für die ETT. Auf Leitungen, die für Alarm- und Sonderzwecke jederzeit in Bereit-

[1]) Vgl. a. P. Storch, ETZ 55 (1934) S. 109 u. 141.

schaft sein müssen, kann ohne großen Aufwand an Siebmitteln eine Eintonverbindung hergestellt werden, da der Frequenzabstand gegen die bei sehr tiefen Frequenzen arbeitenden Alarm- und Signaleinrichtungen hinreichend groß ist. [A. Arzmaier u. H. Rudolph. Telegr. u. Fernspr.-Techn. 24 (1935) H. 10, S. 245.] *W. Schr.*

621. 395. 623. 7 **Untertöne (Subharmonische) bei erzwungenen Schwingungen.** — Im Rahmen der Bestrebungen zur Verbesserung der Lautsprecher ist neuerdings wieder die schon früher bekannte und als „son rauque" bezeichnete Erscheinung beobachtet worden, daß der Lautsprecher unter bestimmten Bedingungen einen Ton von der halben Frequenz des erregenden Wechselstromes abstrahlt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Entstehung dieses „Untertones" u. a. an einen Mindestwert und an bestimmte Frequenzbereiche der erregenden Kraft gebunden ist, ohne daß eine restlose Erklärung für diese Erscheinungsformen geglückt wäre. P. O. Pedersen hat jetzt gezeigt, daß solche Untertöne ganz allgemein bei erzwungenen Schwingungen auftreten können, wenn die Richtkraft des schwingenden Systems oder die erregende Kraft von der Auslenkung abhängig sind, wenn der Schwingungsvorgang also durch Gleichungen von der Form

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + s\,[1 + \alpha x + \ldots]\,x = F \sin \omega t$$

oder

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + s x = F\,[1 + \beta x + \ldots] \sin \omega t$$

gekennzeichnet ist. Wird die periodische Lösung dieser Gleichungen als eine Fourier-Reihe angesetzt, welche auch Glieder von der halben erregenden Frequenz enthält, so zeigt sich, daß diese Glieder endlich bleiben, wenn die Eigenfrequenz des Schwingungssystems in der Nähe des halben erregenden Frequenz liegt und gewisse Nebenbedingungen zwischen den einzelnen Größen der Schwingungsgleichung bestehen, die den praktisch beobachteten Anregungsbedingungen der Untertöne entsprechen. Daß die Möglichkeit von Untertönen bei diesen verhältnismäßig alten und technisch wichtigen Fragen nicht früher erkannt wurde, liegt daran, daß man sie von vornherein als unmöglich erklärt und nicht gesucht hat. Durch Versuche an modellmäßigen mechanischen und elektrischen Schwingungskreisen werden die Ergebnisse der Rechnung geprüft und bestätigt. [P. O. Pedersen, J. acoust. Soc. Amer. 4 (1935) S. 227 u. 7 (1935) S. 64.] *Tg.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 312 **Einwirkung des Lichtes auf den elektrischen Widerstand der Metalle.** — Während im allgemeinen der Widerstand eines Metalls bei Belichtung abnimmt, glaubte Q. Majorana[1]), eine bisher noch unbekannte lichtelektrische Wirkung gefunden zu haben, die in einer Widerstandserhöhung bei Belichtung besteht. Allerdings wird diese Wirkung von der unvermeidlichen thermischen Beeinflussung störend überlagert. Um diesen Einfluß des Temperaturkoeffizienten abzutrennen, untersucht A. Etzrodt die Temperaturabhängigkeit der Erscheinung für Stoffe, deren Temperaturkoeffizient stark veränderlich ist. Geeignet sind besonders Wismuteinkristalle, deren Temperaturkoeffizient sich von hohen positiven Werten über Null bis zu hohen negativen Werten ändert. An der Nullstelle des Temperaturkoeffizienten müßte also die Lichteinwirkung rein auftreten. Die Versuche zeigen aber, daß diese Wirkung an den Nullstellen verschwindet. Daraus wird gefolgert, daß die von Majorana beschriebene Erscheinung eine ausschließlich thermische Wirkung darstellt. [A. Etzrodt, Physik. Z. 36 (1935) S. 433.] *Br.*

621. 317. 733. 029. 6 : 537. 311. 3 **Gleichzeitige Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten und Leitfähigkeit bei Hochfrequenz.** — In der Wechselstrombrücke für Kapazitäten müssen, wenn die Kapazitäten Verluste aufweisen, nicht nur die Kapazitäten, sondern auch die Phasenverschiebungen abgeglichen werden. Diese Abgleichung nehmen H. Gross und I. Hausser in einer neuartigen Zweiphasenbrücke vor (Abb. 4). Es ist eine an einer Stelle geöffnete gewöhnliche Wechselstrombrücke, die jedoch mit zwei EMKen $\mathfrak{E}_m$ und $\mathfrak{E}_v$ arbeitet. $\mathfrak{E}_m$ und $\mathfrak{E}_v$ haben gleiche Frequenz und gleiche Amplitude; es ist aber möglich, $\mathfrak{E}_v$ jeden beliebigen Phasenwinkel gegen $\mathfrak{E}_m$ beizulegen. Dazu dient ein Hochfrequenz-Röhrensender mit zwei Resonanzverstärkern, deren Anodenwechselströme 90° Phasendifferenz haben. Diese erzeugen im Phasenschieber in zwei Zylinderspulen magnetische Felder, die auf zwei hintereinander geschaltete zueinander senkrecht drehbare Spulen induzierend wirken. Je nach der Stellung der drehbaren Spulen erhält man eine EMK von stets gleicher Größe und jeder gewünschten Phasenverschiebung gegen eine der Komponenten. Zur genauen Abgleichung der Amplituden dient ein dreistufiger Hochfrequenzverstärker, dessen letzte Stufe als Audion mit kompensiertem Anodenstrom geschaltet ist. Die Brückeneingänge sind mit großen Kapazitäten C_q vorbelastet, um bei Brückenänderungen Rückwirkungen auf die EMK zu vermeiden. Durch Anwendung einer Wagnerschen

Abb. 4. Schaltbild der Zweiphasenbrücke.

Hilfsbrücke, die so abgeglichen ist, daß der Nullzweig der Hauptbrücke Erdpotential erhält, werden die Erdkapazitäten abgeglichen und ihr störender Einfluß auf die eigentlichen Brückenzweige *I* und *II* vermindert. Die Kapazitäten $C_1' + C_1''$ und $C_2' + C_2''$ zuzüglich der Zusatzkapazitäten werden gleichgemacht und dann die Brücke durch Veränderung von C_2 und des Phasenwinkels am Phasenschieber abgeglichen. Als Nullinstrument dient wieder ein dreistufiger Hochfrequenzverstärker mit kompensiertem Anodenstrom des Audions. Aus den geeichten Kapazitäten und dem gemessenen Phasenwinkel lassen sich die Widerstände und Kapazitäten auf etwa 5‰ genau bestimmen. — Die Verfasser haben die Meßanordnung geschaffen, um die Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen, denen Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit von Elektrolyten über weite Bereiche von Leitfähigkeit und Frequenz genügen. [H. Gross u. I. Hausser, Ann. Physik 24 (1935) S. 127.] *Br.*

538. 54 : 621. 315. 1. 001. 5 **Die Wechselstromausbreitung im Erdreich unterhalb einer einseitig offenen und unendlich langen, senkrechten Leiterschleife im Luftraum.** — Das elektromagnetische Feld einer von Wechselstrom durchflossenen, einseitig offenen und unendlich langen Leiterschleife, die in senkrechter Stellung oberhalb eines leitenden Halbraumes (Erde) angeordnet ist, wird von H. Buchholz für den quasistationären Grenzfall behandelt. Die Aufgabe bildet das zweite der beiden Teilprobleme[1]), auf die die Frage nach der Wechselstromausbreitung zwischen zwei über eine rechteckige Leiterschleife gespeiste Elektroden zurückgeführt werden kann. Die allgemeine Lösung der Aufgabe wird für den quasistationären Grenzfall ohne den Umweg über die Dipollösungen Sommerfelds entwickelt. An der endgültigen Lösung zeigt sich im einzelnen: Alle Feldgrößen lassen sich im Luftraum aus einem echten Vektorpotential mit den Komponenten v' und w' und einem skalaren Potential Φ ableiten, im leitenden Halbraum aus dem allgemeineren Hertzschen Vektor mit den Komponenten v und w. Die Zusammenhänge dieser Hilfsgrößen mit den Feldvektoren werden durch Gleichungsgruppen beschrieben. Die Richtigkeit der Lösung wird durch die Betrachtung einiger Grenzfälle belegt.

[1]) Q. Majorana, Physik. Z. 33 (1932) S. 947.

[1]) Das erste Teilproblem wurde bereits früher erörtert, siehe H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 741; Bericht: ETZ 56 (1935) S. 1334.

Die Arbeit gibt weiter einen Einblick in das Strömungsfeld der Leiterschleife. Die induzierte Strömung breitet sich danach im leitenden Halbraum durchweg nur in Ebenen parallel zur Grenzfläche aus. In jeder dieser Ebenen verläuft die Strömung symmetrisch zur Senkrechtebene der Leiterschleife und der zu ihr senkrechten Mittelebene und bewegt sich dabei in Bahnen, die auf jeder Seite der Schleifenebene in sich geschlossen sind. Die Ausbreitung der Strömung senkrecht zur Schleifenebene ist für die Stromdichte an der Oberfläche und für den Stromdichtebelag eines senkrechten Elementarhalbstreifens zeichnerisch dargestellt. Das Spannungsfeld der Leiterschleife wird durch die komplexe Spannung beschrieben, die die gegebene Schleife endlicher Öffnungsweite in einer zweiten, geradlinigen, aber unendlich langen Schleife von beliebiger Lage induziert. In den Gleichungsgruppen dieses Abschnitts sind alle Formeln niedergelegt, die für die numerische Berechnung des Induktionskoeffizienten zweier solcher Schleifen erforderlich sind, und zwar sowohl für endliche als auch für verschwindende Erdabstände. Für diesen einfacheren Fall sind auch Vektordiagramme der Induktionskoeffizienten entworfen worden. [H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 1, S. 3.]

537. 22 **Unstetigkeiten bei der Umelektrisierung.** — Der Ladestrom von Kondensatoren vom Typ des Schichtenkondensators zeigt bei kontinuierlicher Umelektrisierung (Analogie zur Ummagnetisierung) Unstetigkeiten. Diese hören sich bei genügender Verstärkung als rasche Folge einzelner Knacke an. Eine Schicht des Kondensators muß ein Gas sein. Nur bei Änderungen der Elektrodenspannung treten die Unstetigkeiten auf. Sowie die Spannung einen festen Wert annimmt, dessen Höhe in keiner Weise von Einfluß ist, verschwinden die Unstetigkeiten. Zu ihrer Erzeugung genügt die Spannungsänderung allein nicht, vielmehr muß vorerst die Elektrodenspannung einen bestimmten Betrag $\triangle U$ (etwa 1000 V bei den handelsüblichen Glimmerkondensatoren) durchlaufen haben; dann erst treten bei weiterer Spannungsänderung im gleichen Sinn Unstetigkeiten auf. $\triangle U$ ist abhängig von Gasart, Gasdruck, Temperatur, Dielektrizitätskonstante und Dicke des Dielektrikums, aber unabhängig vom Absolutwert der Elektrodenspannung und der Größe der Fläche des Dielektrikums. Beim Umelektrisieren mit Wechselspannung steigt der Verlustwinkel des Schichtkondensators rasch an, sobald die Spannungsamplitude den Wert $\triangle U/2$ überschreitet.

Abb. 5.

Die beobachteten Eigenschaften sind durch folgenden Mechanismus erklärbar. Abb. 5 zeigt schematisch und stark vergrößert die Elektroden E, das Dielektrikum D und den umgebenden Gasraum G. Bei Erhöhung der Elektrodenspannung U reicht schließlich der Anteil U_G längs der betrachteten Feldlinien im Gasraum zur Ionisierung aus. Eine Touwnsend-Lawine entsteht, deren eine Art Ladungsträger auf das Dielektrikum prallt und dort liegen bleibt. Je größer die Dichte dieser Oberflächenladung wird, um so mehr verringert sich die Spannung U_G: Die Lawine bringt sich selbst zum Stehen. Die Vielzahl der nacheinander ansprechenden Durchbruchstellen, die im gesamten Elektrodengebiet vorhanden sind, läßt den Eindruck rasch aufeinanderfolgender Knacke entstehen (Knacke nur bei Spannungsänderungen). Bei Erniedrigung der Spannung U sinkt zunächst im Gasraum überall der Anteil U_G (keine Knacke, Bereich des Intervalls $\triangle U$), um schließlich bei (im Gasraum) entgegengesetzter Feldstärkerichtung wieder bis zum Durchschlagwert der betreffenden Elektrodenstellen anzusteigen. Hierbei wirkt die durch die Oberflächenladungen hervorgerufene Spannung U_D als treibende Spannung, die Elektrodenspannung U als Gegenspannung (Unabhängigkeit der Größe des Bereichs $\triangle U$ von der Absoluthöhe der Elektrodenspannung). Die nach diesen Vorstellungen berechenbare Größe des Intervalles $\triangle U$, in die u. a. die Minimumspannung des Gases G und die zugehörige kritische Durchschlagsweite eingehen, stimmt befriedigend mit den gemessenen Werten überein. [H. Schönfeld, Ann. Physik 19 (1934) S. 733; 22 (1934) S. 53.] *Sb.*

Hochspannungstechnik.

537. 221 : 621. 3. 027. 7 **Erzeugung hoher Spannungen mit Hilfe eines monopolar geladenen Luftstromes.** E. Burkhardt greift den Gedanken wieder auf, mit Hilfe der kinetischen Energie elektrisch geladener Teilchen Felder anzulaufen und so Hochspannung zu erzeugen. Als wirksamste Ionenquelle benutzt er die Zerstäubung von Wasser durch einen Preßluftstrahl (Lenard-Effekt). Stete und Ergiebigkeit dieses Ionenspenders werden viel größer, wenn man den Zerstäubungsort einem elektrischen Feld aussetzt. Durch Entwicklung einer geeigneten Düsenform, die mit einem Luftstrom von 50 l/s und einem Druck von 50 atü arbeitet, gelingt es dem Verfasser, eine Ladungsdichte von 12 el. stat. Einh. je cm³ zu erreichen. Die Grenze des Möglichen ist hauptsächlich durch die elektrische Festigkeit der Luft festgelegt. Immerhin wird ein isoliert aufgehängter Auffänger bis zu 420 kV aufgeladen. Die Raumladungsdichte ist schon so beträchtlich, daß die Eigenfeldstärke des Ionenstrahls ein intensives Aufleuchten der Luft noch in 60 cm Entfernung von der Quelle hervorruft. [E. Burkhardt, Ann. Physik 23 (1935) S. 339.] *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 357. 13 : 620. 19 **Schutzschicht auf Magnesium.** — Die Magnesiumlegierungen „Elektronmetall" werden durch Tauchen in Chromsäure mit einer Haut überzogen, welche sie leidlich gegen Anfressungen in feuchter, auch in salzhaltiger Luft schützt, wenn man die rauhe, porige Oxydhaut mit einem geeigneten Lack dichtet. Aber diese dünne Haut ist leicht verwundbar. Eine feste Schicht erzeugen H. Fischer und W. Schwan auf Magnesium und Elektronmetall anodisch in einer Schmelze aus 80 % Kaliumbifluorid und 20 % Metaborsäure. Zweckmäßig wird bei 160 ° mit 1,5 bis 2 A/dm² 3 bis 4 min behandelt; die Spannung ist 35 bis 40 V. Auch Wechselstrom kann verwendet werden. Die ungefähr 0,005 mm dicke weiße Fluoridschicht wird mit Äthylzelluloselack (mit Mastix gemischt) oder Pantarollack gedeckt. So schützt sie das Metall auch im Salznebel. [H. Fischer u. W. Schwan, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 14 (1935) S. 54.] *K. A.*

AUS LETZTER ZEIT.

„Schönheit der Arbeit". — In Heft 4 der ETZ d. J. auf S. 98 wiesen wir darauf hin, daß am 11. 2. in allen Eisen und Metall verarbeitenden Betrieben Deutschlands ein Betriebsappell unter der Losung „Schönheit der Arbeit" stattfinden werde. Aus technischen Gründen ist der Appell auf Dienstag, den 18. 2., verschoben worden.

Dritte Weltkraftkonferenz. — Als Ort der dritten Volltagung der Weltkraftkonferenz ist endgültig Washington bestimmt worden; die Konferenz wird dort unter dem Leitthema „The national power economy" vom 7. bis 12. 9. 1936 stattfinden. Das Deutsche Nationale Komitee, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, bereitet die deutsche Berichterstattung vor und wird auch Sonderfahrten für die deutschen Teilnehmer einrichten.

Deutsche Lieferungen für ein Filmatelier in Ägypten. — Wir berichteten in ETZ 56 (1935) S. 1420 über die Lieferung der elektrischen Ausrüstung für die Stromversorgung eines Filmateliers in Gîseh durch die SSW und möchten nachtragen, daß auch die gesamte lichttechnische Einrichtung des Ateliers aus Deutschland stammt, und zwar von der Körting & Mathiesen AG., Leipzig-Leutzsch.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Wirkungsweise und Schaltung von gittergesteuerten Stromrichteranlagen.

Von Dr.-Ing. E. Kübler VDE, Berlin.

621. 314. 57

Übersicht. Im folgenden wird ein Einblick in die grundsätzliche Wirkungsweise und den Aufbau der Schaltung von Stromrichteranlagen gegeben.

Aus der einfachen Vorstellung, daß der S t r o m r i c h t e r e i n S c h a l t e r ist, welcher ein Drehstromnetz mit einem Gleichstromnetz verbindet, kann man bereits einige Erkenntnisse für den Aufbau von Stromrichteranlagen ableiten. Der Gleichstrom wird über die Lichtbogenstrecke aus einer Drehstromphase entnommen (Abb. 1) und wechselweise von einer Phase auf die nächstfolgende umgeschaltet. Die augenblicklich eingeschaltete Phase führt den vollen Gleichstrom I_g, während die beiden anderen stromlos sind. Da keine Drehstromphase vor der anderen ausgezeichnet ist, und da die Verhältnisse auf der Drehstromseite zeitlich mit der Netzfrequenz sich wiederholen, so ist jede der drei Drehstromphasen während eines Drittels der Gesamtbetriebszeit eingeschaltet beziehungsweise während eines Drittels der Periode. Man pflegt zu sagen, die Anodenbrenndauer beträgt 120 ° el. (elektrische Grade). Es ist hier unwesentlich, daß der mittlere Strom einer Drehstromphase über die Zeit einer Netzperiode mit dem Gleichstrom nicht übereinstimmt; wesentlich ist die Feststellung, daß die Augenblickswerte des Stromes auf der Gleich- und Drehstromseite gleich groß sind, ja daß es sich um ein und denselben Strom handelt. Es besteht über den Stromrichter eine direkte galvanische Verbindung der beiden Netze. Die Rückleitung des Gleichstroms kann unter diesen Umständen nur über den Sternpunkt des Drehstromsystems erfolgen.

Abb. 1. Grundschaltung einer Stromrichteranlage.

Aus der Tatsache der galvanischen Verbindung der Netze über den Stromrichter *St* entnimmt man den ersten Satz, der etwas Negatives aussagt: Der Stromrichter kann niemals als Transformator wirken, weder als Strom- noch als Spannungstransformator. So wie die Ströme zu beiden Seiten des Stromrichters gleich sind, so stimmen auch die Spannungen auf der Gleich- und Drehstromseite des Stromrichters gegen den zweiten Gleichstrompol, d. h. gegen den Nullpunkt des Drehstromsystems, überein. Der Spannungsabfall im Stromrichter ist dabei zu Null angenommen. Da die gewünschte Gleichspannung in den seltensten Fällen mit der zur Verfügung stehenden Drehstromspannung übereinstimmt, so muß, als zweiter Baustein neben dem Stromrichter selbst, ein Stromrichtertransformator *T* angeordnet werden, der die Drehstromspannung passend für die gewünschte Gleichspannung umspannt. Hier besteht eine Analogie mit der Maschinentechnik, wo man beim Einankerumformer ebenfalls eine direkte galvanische Verbindung zwischen Drehstromnetz und Gleichstromnetz hat, und ein Transformator mit zum Maschinensatz gehört. Wenn schon ein Stromrichtertransformator notwendig ist, so wird man sich nicht starr an die Phasenzahl 3 auf der Sekundärseite zu halten brauchen, sondern, wenn es die Umstände erfordern, auf höhere Phasenzahlen übergehen. Solche maßgeblichen Umstände werden später angegeben.

Die Auffassung, daß der Stromrichter ein Schalter ist, genügt, um daraus ein zweites Grundgesetz abzuleiten, das die W i r k - u n d B l i n d l e i s t u n g s v e r h ä l t n i s s e betrifft. Oben wurde ausgeführt, daß die Spannungen auf der Gleich- und Drehstromseite übereinstimmen, und daß die Einschaltdauer einer Phase ⅓ Periode beträgt. Es kommt nun darauf an, welches Stück der Wechselspannungskurve U_a (Abb. 2) von ⅓ Periode Breite während der Betriebszeit benutzt wird. Dieses Spannungsstück stellt direkt die Gleichspannung U_{gm} dar. Durch die Gittersteuerung kann man innerhalb eines gewissen Bereiches ein beliebiges Stück von 120 ° el. Breite an beliebiger Stelle aus der Phasenspannungskurve herausschneiden und kann so die Gleichspannung regeln. Die größte Gleichspannung ist vorhanden, wenn die Kuppe der Phasenspannung (Abb. 2 a) benutzt wird, die mittlere Gleichspannung Null, wenn das Kurvenstück in seiner Mitte den Spannungs-Null-Durchgang enthält (Abb. 2 b). Bezüglich des Stromes kann nun folgendes Grundgesetz ausgesagt werden: Konstantem Strom auf der Gleichstromseite entspricht konstanter Strom auf der Drehstromseite und damit konstante kVA-Leistung auf der Primärseite des Stromrichtertransformators, unabhängig von der Wirkleistung. Wenn man bei konstantem Gleichstrom die Gleichspannung herunterregelt, so nimmt wohl die übertragene Wirkleistung ab; die kVA-Aufnahme auf

Abb. 2. Spannung und Strom auf der Gleichstromseite einer Stromrichteranlage.

der Primärseite bleibt jedoch konstant. In den Fällen, wo der Gleichstrom nicht bzw. fast nicht mit Spannung verknüpft ist, d. h. fast nicht mit Leistung, kann die kVA-Leistung auf der Primärseite fast nur reine Blindleistung sein. Leider kann man mit den heutigen Mitteln den stromführenden Bereich einer Phase, ausgehend von der höchsten Gleichspannung, d. h. von reiner Wirkleistung, mit Hilfe der Gittersteuerung nur im Sinne einer Nacheilung gegen die Phasenspannung verschieben. Gittergesteuerte Stromrichteranlagen stellen daher immer eine induktive Last für das Primärnetz dar und können niemals als Blindstromerzeuger wirken. Daraus kann man ermessen, daß die Leistungsfaktorfrage bei gittergesteuerten Stromrichteranlagen eine große Rolle spielt.

Die Abhängigkeit der geregelten mittleren Gleichspannung vom Zündverzögerungswinkel nennt man Steuerkennlinie (Abb. 3). Bei einem Stromrichter ohne Steuergitter führt die Drehstromphase mit der augenblicklich größten Phasenspannung den Gleichstrom. Diese Bedingung ist für ⅓ Periode ununterbrochen erfüllt (Abb. 2 a). Die Gleichspannung wird in diesem Falle aus den aneinandergereihten 120 ° el. breiten Kuppen der sinusförmigen Drehstromphasenspannung gebildet. Mit Hilfe der Steuergitter, die vor der Anode angebracht sind, ist man in der Lage, den Zündeinsatz einer Phase zu verzögern, d. h. auf spätere Zeitpunkte zu verlegen. Der Zündverzögerungswinkel wird von der Stelle des natürlichen Zündeinsatzes aus gerechnet; im Falle der dreiphasigen Anordnung, von der eingezeichneten Stelle aus, die 60 ° vor dem Spannungshöchstwert liegt (Abb. 2 c). Für den Zündverzögerungswinkel 60 ° kommt beispielsweise für die Gleichspannung das Stück der Phasenspannung von $\omega t = 90°$ bis $210°$ in Frage. Der Mittelwert U_{gm} dieser Spannung ist kleiner als beim Zündverzögerungswinkel 0 °. Es läßt sich leicht nachweisen, daß der algebraische Mittelwert dieser Gleichspannung in Abhängigkeit vom Zündverzögerungswinkel eine Kosinusfunktion ist, die sogenannte Steuerkennlinie des Stromrichters. Bei einer Verschiebung des Zündeinsatzes von 0 ° nach 90 ° nimmt die Gleichspannung U_{gm} der Steuerkennlinie von 100 % auf den Wert Null ab und wechselt bei weiterer Zündverzögerung über 90 ° hinaus die Richtung, um bei 180 ° theoretisch auf den negativen Spannungshöchstwert zu kommen (Abb. 3).

Abb. 3. Steuerkennlinie einer Stromrichteranlage.

Aus der Form der für die Gleichspannung verwendeten Teile der Phasenspannung (Abb. 2) sieht man, daß von $\alpha = 0°$ bis $90°$ die Welligkeit der Gleichspannung stark zunimmt und daß sie bereits bei $\alpha = 0$ in gewissem Maß vorhanden ist. Diese Welligkeit der Gleichspannung ist die Ursache für den dritten Baustein von Stromrichteranlagen, die Glättungseinrichtung, welche meistens aus einer Glättungsdrosselspule G (Abb. 1) besteht. Die Wirkung der Glättungsdrosselspule wird erklärt an dem weitaus wichtigsten Fall des Betriebes einer Stromrichteranlage auf eine Gegenspannung, d. h. auf Motoren oder bei Batterieladung. Der fremderregte Gleichstrommotor erzeugt im Betrieb eine praktisch konstante Gegenspannung, welche bei Vernachlässigung der ohmschen Widerstände und der Lichtbogenspannung gleich der mittleren Gleichspannung der verwendeten Anodenspannungsstücke ist. Die gesamte schraffierte Differenzwechselspannung E_w zwischen Anodenspannung und EMK des Motors (Abb. 2 c) liegt an der Glättungsinduktivität, welche aus der Induktivität der Glättungsdrosselspule und der Streuinduktivität des Motorhauptstromkreises besteht. Unter der Wirkung der Wechselspannung steigt der Strom I_g zunächst an (Abb. 2 d), um an der Stelle, wo die Differenzspannung Null ist, einen Höchstwert zu erreichen und im folgenden auf den Anfangswert abzunehmen. Man kann anschreiben:

$$E_w = L \frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}\,.$$

Durch Integration über die Zeit β/ω erhält man die gesamte Stromschwankung $\Delta I = \int_0^{\beta/\omega} \mathrm{d}I = \frac{1}{L}\int_0^{\beta/\omega} E_w\,\mathrm{d}t.$

Hieraus folgt: $\Delta I = \frac{F}{L}.$

Die gesamte Stromschwankung $I_{\max} - I_{\min} = \Delta I$ ist also proportional der Spannungsfläche F und umgekehrt proportional der Glättungsinduktivität L. Bei gittergesteuerten Stromrichteranlagen reicht die Streuinduktivität der angeschlossenen Motoren nicht aus, um die Stromschwankung in erträglichen Grenzen zu halten. Eine zusätzliche Induktivität in Form einer Glättungsdrossel ist daher notwendig. Die Stromschwankung ist unabhängig von der Größe des mittleren Gleichstromes. Die Glättungsdrosselspule muß für den vollen Gleichstrom und für eine bestimmte Induktivität bemessen werden, für die oben ein Berechnungsgang gegeben wurde.

Abb. 4. Strom- und Spannungszuordnungen auf der Gleichstromseite eines Stromrichters.

Der Stromrichter ist nicht nur ein Schalter. Er ist auch ein Ventil für den Gleichstrom, d. h. er läßt den Gleichstrom nur in einer Richtung von Anode zur Kathode durch. Wie schon oben betont, nimmt bei einer Verschiebung des Zündeinsatzes von 0 ° nach 90 ° die Gleichspannung der Steuerkennlinie von 100 % auf den Wert 0 ab und wechselt bei weiterer Zündverzögerung über 90 ° hinaus die Richtung, um bei 180 ° theoretisch auf den negativen Höchstwert zu kommen. Somit sind zwei mögliche Spannungsrichtungen auf der Gleichstromseite eines Stromrichters festgelegt. Der Strom anderseits hat infolge der Ventilwirkung der Dampfentladungsstrecke nur eine einzige mögliche Richtung. Damit sind auf der Gleichstromseite eines Stromrichters insgesamt zwei Zuordnungen von Strom- und Spannungsrichtungen gegeben (Abb. 4), in dem Sinne, daß bei positiven Werten der Spannung der Steuerkennlinie nur motorischer Betrieb für eine einzige Drehrichtung und bei negativen Werten der Spannung nur generatorischer Betrieb auf der Gleichstromseite ebenfalls in einer einzigen, aber der ersten entgegengesetzten Drehrichtung möglich ist. Im Fall Abb. 4 a fließt der Strom der positiven Klemme zu, daher Motorbetrieb, während im Fall Abb. 4 b der Strom von der positiven Klemme abfließt und infolgedessen generatorischer Betrieb vorhanden ist. Die beiden verschiedenen Drehrichtungen sind durch die Richtung der Spannung gegeben. Bei motorischem Betrieb werden überwiegend Teile der positiven Halbwellen der Wechselspannung, bei generatorischem Betrieb überwiegend Teile der negativen Halbwellen ausgenutzt. Ersteres nennt man G l e i c h r i c h t e r b e t r i e b, d. h. Stromlieferung nach der Gleichstromseite, letzteres W e c h s e l r i c h t e r b e t r i e b, d. h. Stromlieferung nach der Wechselstromseite des Stromrichters.

Zusammenfassend für den vorhergehenden Absatz sei noch einmal gesagt, daß bei festem Anschluß einer Gleichstrommaschine an einen Stromrichter Motorbetrieb beispielsweise nur bei Rechtslauf und Generatorbetrieb entsprechend nur bei Linkslauf der Maschine möglich ist. Diese Gesetzmäßigkeit erschwert die Verwendung von Stromrichtern bei Umkehrbetrieben mit häufigem Drehrichtungswechsel, beispielsweise bei Fördermotoren oder bei Umkehrwalzmotoren, wo Motorbetrieb und vielleicht auch generatorischer Bremsbetrieb in beiden Drehrichtungen gefordert wird. Die zweite Motordrehrichtung läßt sich entweder durch Umschalten der Anschlüsse zum Motoranker bewerkstelligen oder durch Aufstellung eines zweiten Stromrichters für die andere Drehrichtung. Bei Umkehrbetrieben mit häufigem Drehrichtungswechsel vermeidet man gern den Umschalter im Hauptstromkreis auf

der Gleichstromseite und ordnet einen zweiten Stromrichter an, der in geeigneter Weise gegen den ersten ausgesteuert wird. Die beiden Stromrichter sind in der sogenannten Kreuzschaltung an den Motor angeschaltet, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Gleichrichterbetrieb ist nur auf dem linken Ast der Steuerkennlinie (Abb. 3), Wechselrichterbetrieb nur auf dem rechten Kurvenast möglich. Nun gilt für Motorbetrieb allgemein die Bedingung, daß die Klemmenspannung größer sein muß als die Motor-EMK. Im Falle des Motorbetriebes über einen Stromrichter muß die gesteuerte Spannung größer sein als die EMK des Motors. Die positive Differenzspannung ΔU ist ein Maß für den Motorstrom. Sinkt die gesteuerte Spannung unter die EMK des Motors, dann wird das Gefäß stromlos. Ein Strom in umgekehrter Richtung kann nicht fließen. Entsprechend ist Wechselrichterbetrieb, d. h. generatorischer Betrieb der Gleichstrommaschine in Verbindung mit einem Stromrichter nur möglich, erstens bei entgegengesetzter Drehrichtung und zweitens nur, wenn die gesteuerte Spannung als Klemmenspannung des Motors kleiner ist als die EMK des Motors. Die negative Differenzspannung ist wieder ein Maß für den Strom. Wird die gesteuerte Spannung größer als die EMK der Maschine, dann wird das Gefäß auf der Wechselrichterseite stromlos, gerade entgegen den Verhältnissen auf der Gleichrichterseite der Steuerkennlinie.

In Wirklichkeit kann man die Steuerkennlinie nicht bis $\alpha = 180°$ ausnutzen, sondern es besteht für den Wechselrichterbetrieb bei den negativen Spannungen der Steuerkennlinie eine Einschränkung. Ein sicherer Stromrichterbetrieb ist gegeben, wenn der Gleichstrom von einer Phase sicher auf die nächstfolgende übergeht. Dieser sichere Stromübergang ist allgemein nur möglich, wenn die den Strom treibende Spannung bei der folgenden Phase größer ist als bei der ausgehenden. Wie schon oben gesagt, ist bei Wechselrichterbetrieb die den Strom treibende Spannung die Differenz zwischen EMK der Maschine und Anodenspannung, wobei letztere kleiner sein muß als die EMK. Bei Wechselrichterbetrieb ist daher ein sicherer Stromübergang von einer Anode zur nächstfolgenden dann gewährleistet, wenn die in der Zündung nächstfolgende Anodenspannung ihrem Betrag nach kleiner ist als die vorhergehende und unter der EMK der Maschine liegt. Man kann mit dem Aussteuerungswinkel des Wechselrichters höchstens auf 150° gehen, wenn dieser einwandfreie Stromübergang gewährleistet sein soll. Diese Einschränkung hat ihren Grund in der Vergrößerung der Anodenbrenndauer über 120° el. hinaus und in der hinzukommenden endlichen Entionisierungszeit einer Lichtbogenstrecke. Wenn am Ende dieser zusätzlichen Zeit Δt (siehe Abb. 5) die betreffende Anodenspannung U_{α_1} bereits unter den Wert der nächstfolgenden Anodenspannung U_{α_2} gesunken ist, wie beispielsweise in Abb. 5 für $\alpha = 180°$, dann bleibt der Lichtbogen auf der ersten Anode stehen, weil hierfür die treibende Spannung ΔU_1 größer ist als ΔU_2, und es entsteht infolge der wachsenden Differenz zwischen Anodenspannung U_{α_1} und EMK der Maschine ein Kurzschluß.

Abb. 5. Einschränkung für Wechselrichterbetrieb.

Nunmehr seien die Verhältnisse auf der Drehstromseite untersucht. Der Wunsch und das Ziel sind gegeben, eine Stromrichteranlage so zu bauen, daß die Drehstromseite hinsichtlich der Kurvenform der Spannungen und Ströme von dem Anschluß der Stromrichteranlage nichts merkt. Zunächst wird die Rückwirkung einer dreiphasigen Stromrichteranlage auf das Primärnetz ermittelt. Dabei sollen gleichzeitig die Abmessungen für den Stromrichtertransformator ermittelt werden.

Für den Fall der 3phasigen Stromrichteranlage sei die Primärstromkurve bestimmt. In der Abb. 6 a ist die Schaltung des Geichrichtertransformators in der Form von zwei Dreiphasensternen dargestellt. Aus der Parallelität der Strecken entnimmt man die Verteilung der Wicklungen auf die drei Transformatorenkerne. In der Abb. 6 b ist weiter der zeitliche Verlauf der drei Anodenströme und damit der Sekundärströme des Transformators angegeben. Jede Sekundärphase führt während ⅓ Periode den vollen Gleichstrom und gibt ihn dann an die nächstfolgende Phase ab. Die Stromkurve der Sekundärströme ist daher ein Rechteck von 120° el. Breite; während der übrigen Zeit der Periode ist der Strom 0, um von 360° an wieder

Abb. 6. Transformator-Schaltung und -Ströme einer 3-Phasen-Stromrichteranlage.

in derselben Richtung zu fließen. Den Verlauf des Primärstromes kann man nach der Vorschrift ermitteln, daß für die Wicklungen jedes Transformatorfensters Durchflutungsgleichgewicht bestehen muß. Sekundärphase *1* führt beispielsweise augenblicklich den Gleichstrom, während die übrigen beiden Phasen stromlos sind. Die Stromrichtung sekundär ist infolge der Ventilwirkung der Gefäße immer vom Sternpunkt nach außen gerichtet. Die Stromrichtung in der entsprechenden Primärphase ist durch einen Gegenpfeil gekennzeichnet. Der Strom der Primärphase *1* muß infolge der Schaltung je zur Hälfte über die beiden anderen Phasen abfließen, wenn die Bedingung des Durchflutungsgleichgewichtes erfüllt sein soll. Man kann für ein Transformatorfenster (Abb. 6 d) anschreiben:

$$\Theta_2 = \Theta_{1\max} + \frac{1}{2}\,\Theta_{1\max}\,, I_{1\max} = \frac{2}{3}\,I_g.$$

Diese ausgeglichene Stromverteilung bleibt während ⅓ Periode konstant erhalten, sofern man den Magnetisierungsstrom vernachlässigt. Nach dieser Vorschrift ist in einfacher Weise die Primärstromkurve der Netzphase *1* zu konstruieren (Abb. 6 c). Die Stromkurve weicht von der Sinusform stark ab.

Bei einer Verschiebung des Zündzeitpunktes der Anoden ändert sich die Primärstromkurve in ihrer Form nicht, da nach wie vor die Anodenströme in derselben Form aufeinander folgen. Die Primärstromkurve Abb. 6 c verschiebt sich lediglich gegen die Anodenspannung im Sinne einer Nacheilung um den Zündwinkel α. Der Leistungsfaktor (Phasenverschiebung zwischen Grundwelle Primärspannung und -strom) ist durch den Wert $\cos\alpha$ gegeben, d. h. durch den Verlauf der theoretischen Steuerkennlinie. Der Leistungsfaktor, den man auch Verschiebungsfaktor nennt, ist somit der abgegebenen Gleichspannung direkt proportional. Bei größter Gleichspannung hat der Leistungsfaktor den Betrag 1, bei halber Spannung den Betrag 0,5, womit die Ausführungen am Eingang über den Leistungsfaktor bestätigt sind.

Nun wird untersucht, für welche Leistung der Gleichrichtertransformator bemessen werden muß. Bei einem ungesteuerten Dreiphasenstromrichter werde eine Gleichstromabgabe $N_g = E_g I_g$ gefordert. Die Wicklungen der Sekundärphase sind nach Abb. 6 für folgenden Effektivstrom zu bemessen:

$$I_{2\mathrm{eff}} = \sqrt{I_g^2\,\frac{1}{3}} = \frac{I_g}{\sqrt{3}}\,.$$

Die effektive Spannung einer Sekundärphase hat den Betrag (Abb. 2 a):

$$E_{2\mathrm{eff}} = \frac{E_{\alpha\max}}{\sqrt{2}} = \frac{E_g}{0{,}83\,\sqrt{2}}\,.$$

Die sekundäre Transformatorleistung ergibt sich somit zu:

$$N_{T_2} = 3\,E_2\,I_2 = 1{,}48\,N_g\,.$$

Die Primärseite des Transformators ist für folgenden Effektivstrom und Effektivspannung zu bemessen:

$$I_{1\mathrm{eff}} = \sqrt{\left(\frac{2}{3}\,I_g\right)^2\frac{1}{3} + \left(\frac{1}{3}\,I_g\right)^2\frac{2}{3}} = 0{,}471\,I_g\,, E_1 = \frac{E_g}{0{,}83\,\sqrt{2}}\,.$$

Für die primärseitige Leistung des Transformators ergibt sich:

$$N_{T_1} = 3\,E_1\,I_1 = 1{,}21\,N_g\,.$$

Schließlich ist noch die Typenleistung des Transformators aus dem Mittelwert der sekundärseitigen und primärseitigen Leistung zu bilden:

$$N_T = \frac{1{,}21 + 1{,}48}{2}\,N_g = 1{,}35\,N_g\,.$$

Mit diesem Beispiel soll gezeigt sein, wie man bei der Auslegung eines Stromrichtertransformators vorgeht.

Der 3-Phasen-Stromrichter liefert eine unbefriedigende Stromkurve. Die Primärstromkurve wird besser, wenn man auf höhere Phasenzahlen übergeht. Die Stromkurve des 12-Phasen-Stromrichters ist in Abb. 7 gegeben. Sie entsteht durch Überlagerung von zwei 6-Phasen-Stromkurven, deren Wicklungen um 30° el. gegeneinander versetzt sind. Diese Primärstromkurven schmiegen sich wesentlich mehr an die Sinusform an.

Abb. 7. Transformatorenschaltung und Primärstrom einer 12-Phasen-Stromrichteranlage.

Für die zahlenmäßige Berechnung der Rückwirkung einer Stromrichteranlage auf ein Drehstromnetz zerlegt man zweckmäßig die oben gezeigten Stromkurven in Grundwelle und Oberwellen und findet dabei die merkwürdige Gesetzmäßigkeit, die in der Abb. 8 dargestellt ist.

Abb. 8. Frequenzbänder von Oberwellenströmen bei Stromrichteranlagen (Drehstromseite).

Für jede Phasenzahl besteht ein ganzes Frequenzband von Oberwellen. Die Oberwellen treten paarweise auf, und die Abstände zwischen den Oberwellenpaaren werden mit wachsender Phasenzahl immer größer, wobei gleichzeitig die Oberwellen mit niedriger Ordnungszahl verschwinden. Für die Ordnungszahl ν der Oberwellen gilt die einfache Beziehung $\nu = n\,p \pm 1$, wobei p die Phasenzahl des Stromrichters bedeutet und n ganze Zahlen 1, 2, 3 usw. Für die Größe der Oberwellenströme besteht das einfache Gesetz $I_\nu = \frac{1}{\nu}\,I_1$. Diese Beziehungen gelten bei vollkommener Glättung des Gleichstromes und für den Fall, daß die Anodenstromkurve rechteckig ist.

Eine häufig verwendete Transformatorschaltung ist die 6-Phasen-Schaltung mit Saugdrosselspule, welche eine günstige Ausnutzung für den Stromrichter ergibt. Ohne besondere Maßnahmen würde mit größer werdender Phasenzahl die Anodenbrenndauer kleiner, und die dazwischen liegenden Strompausen größer. Bei 6 Phasen z. B. würde eine Anode während $^1/_6$ der Periode brennen und in der übrigen Zeit der Periode stromlos sein. Dies würde eine Spitzenbelastung der Anode darstellen mit darauffolgenden längeren Pausen, welche eine starke Erwärmung der Anode zur Folge hat und somit die Rückzündungsgefahr des Stromrichters erhöht. Es muß also einerseits mit Rücksicht auf den Stromrichter eine möglichst große Anodenbrenndauer angestrebt werden, welche einer kleinen Phasenzahl entspricht, anderseits ist mit Rücksicht auf eine günstige Primärstromkurve eine hohe Phasenzahl erwünscht. Die 6-Phasen-Schaltung mit Saugdrosselspule wird diesen beiden einander entgegenstehenden Forderungen gerecht. Die Anodenbrenndauer entspricht dabei der einer rein 3phasigen Anlage und die Rückwirkung auf das Primärnetz erfolgt mit der Stromkurve eines 6-Phasen-Stromrichters.

Abb. 9. Sechsphasen-Stromrichteranlage mit Saugdrosselspule (D).

Dir Wirkungsweise der Saugdrosselspule, welche ein weiteres Bauelement einer Stromrichteranlage darstellt, ist in Abb. 9 gezeigt. Auf der linken Seite ist die Schaltung angegeben: 2 gewöhnliche um 60° gegeneinander versetzte Dreiphasensterne, deren Nullpunkte über die Saugdrosselspule miteinander verbunden sind. Die zeitliche Aufeinanderfolge der Phasen ist durch Zahlen 1, 2, 3 bis 6 gekennzeichnet. Wenn die Anodenbrenndauer 120° beträgt, so brennen gleichzeitig immer 2 Anoden, wie man aus dem Zeitdiagramm rechts oben erkennt. Die Anode 1 brennt über den Bogen 6—2, die Anode 6 über den Bogen 5—1, somit brennen im Winkel 6—1 die Phasen 1 und 6 gleichzeitig. Für die eingezeichnete Zeitlinie ZL beträgt die Anodenspannung der Phase 6 rd. 100 % ihres Höchstwertes, die der Phase 1 rd. 50 %. Diese beiden Spannungen sind im Schaltbild links der Größe und Richtung nach eingetragen. Nun besitzen die Anodenpunkte 1 und 6 gleiches Potential, da sie augenblicklich über den Lichtbogen beide mit der Kathode verbunden sind, also Kathoden-Potential haben. Infolgedessen besitzen die beiden Sternpunkte die Potential-Differenz 50 % gegeneinander, welche man zweckmäßig durch Einschalten einer Drosselspule aufrechterhält. Die Saugdrosselspule ist also ein Potentiometer mit Mittelpunktanzapfung zum Abgreifen der mittleren Spannung zwischen den zwei jeweils höchsten Spannungen in den Teilsystemen. Da eine Phase in einem Teilsystem über ⅓ Periode die höchste Spannung führt, ist der Brennwinkel 120° el. In den beiden anderen Darstellungen der Abbildung ist der zeitliche Verlauf der Anodenspannungen aufgetragen und der der Spannung an der Drosselspule. Die dargestellten Verhältnisse gelten für ungesteuerten Betrieb des Stromrichters. Für den gesteuerten Betrieb wird die Beanspruchung der Saugdrosselspule, ebenso wie die der Glättungsdrosselspule, größer. Es sei hierauf jedoch nicht näher eingegangen. Die Leiter der Saugdrosselspule werden für den halben Gleichstrom bemessen.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Einladung

zum Gemeinschaftsabend sämtlicher Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften am Dienstag, dem 11. 2. 1936, um 20 h pünktlich im Kaisersaal des Landwehrkasinos, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten).

Vortrag

des Rektors der Technischen Hochschule Berlin SA-Oberführer Professor Dr. v. Arnim über das Thema:

„Persönlichkeit und Technik im heutigen Landkrieg".

Alle Jungingenieure des VDE, VDI, NSBDT und der übrigen RTA-Vereine sind dazu eingeladen. Eintritt und Kleiderablage frei!

Fachversammlung.

Fachgruppe: Funktechnik und Verstärkertechnik.

Fachgruppenleiter: Prof. Dr. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. H. Brückmann VDE am Dienstag, dem 11. Februar 1936, 20 h, im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule Berlin über das Thema:

„Neuzeitliche Modulationsverfahren der Funktechnik".

Inhaltsangabe:

1. Überblick der Entwicklung der Modulationsverfahren.
   Vom Lichtbogen- und Maschinensender bis zum mehrstufigen Röhrensender. Heutiger Stand. Neue Gesichtspunkte.
2. Allgemeine Betrachtungen.
   Begriff der Modulation. Grundsätzliches über die Mittel zur Beeinflussung des Trägers. Aufbau eines Senders.
3. Modulation am Gitter.
   Gitterspannungsmodulation, Gittergleichstrommodulation.
4. Modulation an der Anode.
   Anodenspannungs-, Heising-, Vorröhren- und B-Modulation.
5. Chireix-Modulation.
6. Trägersteuerung.
7. Einseitenbandmodulation.

Eintritt und Kleiderablage frei!

Schulungsveranstaltungen des NSBDT.

Kreis I.

12. 2. 1936, Stützpunktgruppen-Versammlung II, 20 h 15 m, Restaurant Karolinger Garten, Bln.-Charlottenburg, Heerstraße Ecke Kastanienallee.

14. 2. 1936, Stützpunktgruppen-Versammlung I, 20 h 15 m, Restaurant Roter Adler, Bln.-Spandau, Potsdamer Str.

Kreis III.

14. 2. 1936, 20 h 15 m, Parkrestaurant Südende, Bln.-Südende, am Bahnhof.

Kreis IV.

10. 2. 1936, Stützpunktgruppen-Versammlung Schöneberg, 20 h 15 m, Nollendorf-Kasino, Kleiststraße Ecke Nollendorfplatz.

Kreis VI.

14. 2. 1936, 20 h 15 m, Café Hohenzollern, Bln.-Tegel, Schloßstraße.

Kreis VIII.

13. 2. 1936, 20 h 15 m, Konzerthaus Lindner, Bln.-Pankow, Breite Straße.

Kreis IX.

13. 2. 1936, 20 h 15 m, Restaurant Stadt Köpenick, Bln.-Köpenick, Mahlsdorfer Straße 1.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Leitungstelegraphie und -telephonie.

Fachgruppenleiter: Professor Dr. Küpfmüller VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. J. Boysen am Donnerstag, dem 13. Februar 1936, 20 h, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Probleme der Wählertechnik".

Inhaltsangabe:

1. Wähleranordnung.
2. Einstellung.
3. Antrieb.
4. Kontakte.
5. Zeiten.
6. Energieverteilung.

Das Thema wird durch Lichtbilder und Modelle erläutert. Eintritt und Kleiderablage frei!

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 22. 2. 1936, um 9 h vormittags findet eine Besichtigung der Lokomotiv-Versuchsanstalt Grunewald Cordesstraße 3 statt.

Treffpunkt: 8 h 45 m Stadtbahnstation Eichkamp, vor dem Stationsgebäude. Unter anderem werden Oszillographenwagen zur Schwingungsuntersuchung, Meßwagen für Dampflokomotiven und Meßwagen für Wagenheizung, Wagenbeleuchtung und Bremsprüfung gezeigt.

Die Zahl der Teilnehmer ist auf 40 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, kostenlos erhältlich sind.

Die Teilnahme von Ausländern an der Besichtigung ist nicht gestattet.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer
Burghoff.

Gau Oberschlesien.

Am 10. Dezember 1935 sprach Herr Prof. Dr. Masing über „Elektrochemie im Rahmen der Elektrotechnik". Zunächst behandelte der Vortragende die Elektrochemie wässeriger Lösungen. Die Zersetzung des Wassers dient in der Hauptsache der Gewinnung von Wasserstoff, der für die Ammoniakgewinnung, für die Kohlehydrierung, zum Füllen von Luftschiffen usw. gebraucht wird. Das Ziel der neueren Entwicklung besteht darin, durch zweckmäßige Anordnung die Verluste an Energie bei der Elektrolyse des Wassers zu vermeiden. Diesem Zweck soll auch die Elektrolyse unter hohem Druck dienen, bei der die Spannung etwas geringer ist und Kompressionsarbeit gespart wird. Bei der Elektrolyse des Leitungswassers werden die Verunreinigungen des Leitungswassers an den Elektroden abgeschieden, während das gereinigte Wasser sich in der Mitte zwischen zwei Diaphragmen befindet. Die Zersetzung von Chlor-Alkali-Lösung erbringt Natronlauge und Chlor. Da Natronlauge schwerer ist, wird zweckmäßigerweise die Anordnung so getroffen, daß die Kathode unten liegt. Dann tropft die gebildete Natronlauge, wie z. B. bei der Billiterzelle, dauernd ab. Bei der Gewinnung von Metallen durch Elektrolyse spielt die Zinkerzeugung die größte Rolle. Die Grundlage des Verfahrens ist eine weitgehende Reinigung der Lösung, aus der sich dann reines Zink ausscheidet. Weitere Arbeitsgebiete der Elektrochemie bilden die Schmelzflußelektrolyse, die galvanischen Überzüge und insbesondere auch die anodische Behandlung des Aluminiums, das heute in steigendem Maße verwendet wird. Zum Schluß ging der Vortragende noch kurz auf das Gebiet der Elektrowärme ein, auf den Bau und die Arbeitsweise der elektrischen Öfen, von denen der Hochfrequenzofen der interessanteste ist.

Sitzungskalender.

Gau Köln. 14. 2. (Fr), 20 h, Ver. Techn. Staatslehranstalt: „Kleinförderanlagen in gewerblichen Betrieben". Dipl.-Ing. Rjosk VDE.

Gau Nordmark, Kiel. 14. 2. (Fr), Universität Kiel: „Neuerungen bei den Anlagen der Reichspost für den drahtlosen Überseeverkehr". Postrat Dipl.-Ing. Hahn.

Gau Ruhr-Lippe, Essen. 12. 2. (Mi), 19 h 30 m, in Gelsenkirchen, im Hause der Bismarck-Gesellschaft: „Fortschritte im Transformatorenbau". Ing. Cholewa.

Gau Saar, Saarbrücken. 14. 2. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Der Erdschluß, seine Gefahren und seine Bekämpfung" (m. Lichtb.). Obering. Groezinger VDE.

Gau Mosel, Trier. 13. 2. (Do), 20 h 15 m, Hotel-Restaurant „Zum Franziskaner": „Elektrofahrzeuge". Dipl.-Ing. Schröder VDE.

Gau Thüringen, Erfurt. 11. 2. (Di), 20 h, Erfurter Hof: „Elektrofahrzeuge, die Verwender heimischer Treibstoffe". Obering. Hartmann.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. — Der Honorarprofessor Dr. Dr. Walther Windel VDE in der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Berlin ist beauftragt worden, in dieser Fakultät die Elektrizitätswirtschaft in Vorlesungen und Übungen zu vertreten.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Die Photoelemente und ihre Anwendung. Von Dr. B. Lange. 1. Teil: Entwicklung und physikalische Eigenschaften. Mit 100 Abb., VI u. 132 S. im Format 155 × 235 mm. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1936. Preis kart. 9,60 RM.

Nach einem kurzen Überblick über die lichtelektrischen Erscheinungen im allgemeinen geht der Verfasser, der bekanntlich an der Entwicklung der Sperrschichtzellen hervorragenden Anteil hat, eingehend auf die mit dem inneren Photoeffekt zusammenhängenden Erscheinungen, auf den Sperrschichteffekt, den Kristalleffekt und den Becquerel-Effekt ein; er zeigt, wie diese drei Effekte zweckmäßig unter dem sog. Halbleitereffekt zusammengefaßt werden. Die auf dem äußeren Photoeffekt beruhenden Alkali- und die Selenwiderstandszellen bleiben dagegen unberücksichtigt. Es werden zunächst die Entwicklung und der Aufbau dieser Halbleiterzellen geschildert; dann folgt eine sehr wertvolle Darstellung der Halbleitereigenschaften in Hinsicht auf die Photozellen. Eingehend werden die verschiedenen Theorien, die Sperrschichttheorie, die elektrochemische Theorie, die Isolierschichttheorie, endlich die Elektronen-Diffusionstheorie behandelt. Es zeigt sich, daß die letztere, bei welcher die selbständige Photo-EMK als Diffusionspotential eines Elektronen-Konzentrationselementes aufgefaßt wird — analog einem galvanischen Element, nur daß die Ionen durch die Elektronen zu ersetzen sind —, den an den Photoelementen beobachteten Erscheinungen am besten gerecht wird.

Der zweite umfangreichste Teil des Buches behandelt die physikalischen Eigenschaften der Halbleiterphotozellen: die Zellencharakteristik, d. h. die Abhängigkeit von Photostrom, Spannung und Zellenwiderstand von der Beleuchtungsstärke, sowie die spektrale Lichtempfindlichkeit. Ferner die Abhängigkeit der Zellen von der Temperatur, von polarisiertem Licht, von Röntgen- und Kathodenstrahlen sowie einem Magnetfeld, die Frequenzabhängigkeit, die Haltbarkeit und die Ermüdung. Die letzten beiden für den Gebrauch der Zellen als Lichtmesser sehr wesentlichen Eigenschaften sind abhängig von der Beleuchtung; zu hohe Beleuchtungsstärken müssen vermieden werden. Wenn der Verfasser sagt, auch andere physikalische Apparate seien auf einen bestimmten Bereich beschränkt, so dürfe eine Analysenwaage nicht mit Kilogrammen belastet werden, und ein Taschenvoltmeter sei für Hochspannung ungeeignet, so ist dies wohl richtig, es muß aber bemerkt werden, daß es sehr leicht, ja selbstverständlich ist, eine Analysenwaage vor Kilogrammen und ein Taschenvoltmeter vor Hochspannung zu schützen, daß es dagegen schwierig, in der Praxis oft unmöglich ist, eine Photozelle vor intensiver Belichtung oder gar vor Sonnenlicht zu bewahren! Die Kenntnis der im vorliegenden Werk sehr gut und gründlich auseinandergesetzten physikalischen Eigenschaften ist eben Voraussetzung für die richtige Anwendung der Zellen in der Meßtechnik. Schon aus diesem Grunde muß das Werk — das in seiner Art heute wohl einzig dasteht — jedem, der sich mit den Halbleitzellen und ihrer Anwendung zu beschäftigen hat, sehr empfohlen werden; selbstverständlich auch allen, welche die Zellen weiter erforschen oder verbessern möchten. Ein umfangreiches Schrifttumsverzeichnis sowie viele graphische Darstellungen machen das kleine Buch für die genannten Zwecke besonders geeignet.

W. Voege VDE.

Industrical Electronics. Von F. H. Gulliksen u. E. H. Vedder. Mit 245 Abb., XIV u. 245 S. im Format 155×235 mm. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York u. Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 17/6 s.

Die Verfasser haben ganz zweifellos ein lehrreiches, leicht zu lesendes Buch geschrieben, das das ganze Gebiet der industriellen Anwendung der Elektronenröhren behandelt. Es kann nur empfohlen werden, sich mit ihm zu beschäftigen. Es werden nicht nur praktische Anordnungen gezeigt, sondern vor allem die für die einzelnen Zwecke günstigen Röhren und Schaltungen beschrieben sowie praktische Winke für die Ausführung mitgeteilt.

Über dieses Gebiet besteht ja bereits ein sehr ausgedehntes vorwiegend amerikanisches Schrifttum (Zeitschriften), so daß wohl dem Fachmann viele der beschriebenen Schaltungs-Anwendungen bekannt sind. Trotzdem wird auch er für diese umfassende Zusammenstellung dankbar sein. Es sind auch manche Ausführungsmöglichkeiten gezeigt, bei denen man zunächst noch zweifeln muß, ob diese Lösungen des Problems den bekannten Ausführungen mit elektromechanischen Relais wirklich so überlegen sind, daß man die Nachteile, die in der Anwendung der Röhren liegen, in Kauf nehmen kann, doch muß eben die weitere Entwicklung abgewartet werden.

Der erste Teil beschreibt kurz Aufbau und Eigenschaften der Röhren, und zwar werden die Photozellen, die Hochvakuumröhren einschl. der Röntgenröhren, wie auch die gasgefüllten Röhren mit heißer und kalter Kathode sowie mit und ohne Gittersteuerung behandelt und ihre charakteristischen Eigenschaften in Diagrammform wiedergegeben. Der zweite Teil beginnt mit den verschiedenen, grundlegenden Verstärkerschaltungen der gittergesteuerten Hochvakuumröhren. Es folgen die Steuer- und Regel-Schaltungen für gittergesteuerte, gasgefüllte Röhren und für die Ignitrons. Der dritte Teil ist den Schaltungen und Anwendungen der Photozellen mit Beispielen zur Zählung, Steuerung, Beleuchtungsregelung usw. gewidmet. Die Lichtmeßgeräte und ihre Anwendung zur Beleuchtungssteuerung z. B. auch als Überwachungsgerät für Kaffeeröster usw., und die Anwendung der Elektronenröhren, um empfindliche, schnellschreibende Tintenschreiber herzustellen, das Kathodenstrahlen-Oszilloskop, die Anwendung der Röhren in der Fernmeßtechnik, das Stroboskop u. a. m. bilden das nächste Kapitel. Die Quecksilber-Dampfgleichrichter und -umrichter werden verhältnismäßig kurz behandelt. Ein größerer Abschnitt ist dem Zeitrelais mit Elektronenröhren z. B. für Punktschweißmaschinen gewidmet.

Aus dem Kapitel „Verschiedene Anwendungen" seien nur zwei Stichworte genannt: Brennerkontrolle, Büchsenkontrollmaschinen. Die Röntgentechnik zur Untersuchung von Werkstücken ist sehr kurz behandelt.

Als Beispiele für Elektronenrelais werden beschrieben: Synchronisiereinrichtungen, Überstromzeit-, Über- und Unter-Reaktanz- und Richtungsrelais. Nach Ansicht des Berichters muß man zweifeln, ob diese Schaltungen in der betrieblichen Anwendung befriedigen werden. Als Anwendung der Elektronenröhren für Regelzwecke werden behandelt der Spannungsregler in den verschiedensten Ausführungen, dann der Drehzahlregler für Elektromotoren für Einzel- und Mehrfachantrieb von Fabrikationsvorgängen, Windungsspannungsregler für Wickelmaschinen, Papiergeschwindigkeitsregler, Frequenzregler verschiedener Ausführung. Den Schluß bildet die Anwendung der Photozellen für kolorimetrische Meß- und Regelmethoden sowie für Temperaturregler.

Am Schluß eines jeden der 19 Kapitel ist das einschlägige Schrifttum angeführt.

Leider lassen die Bearbeiter eine Frage offen, nämlich inwieweit sich all diese Geräte in der Industrie in Amerika wirklich eingeführt haben.

M. Schleicher VDE.

Elektrowärme. Ein Handbuch für alle. Von Dr.-Ing. Fr. Mörtzsch. Mit 237 Abb., 390 Zahlentafeln u. 140 S. im Format A 5. Verlag Dr. Selle-Eysler AG., Abt. Techn. Verlag, Berlin 1935. Preis kart. 3 RM.

Ein bekannter Fachmann hat hier ein Werk geschaffen, das eine fühlbare Lücke in dem Elektrowärmeschrifttum füllt. Es ist wirklich, wie schon der Titel sagt, ein Handbuch für alle, die irgendwie an der Elektrowärme interessiert sind. Unzählige Forschungsergebnisse und Betriebserfahrungswerte sind hier mit außerordentlichem Geschick zusammengetragen. Schon beim flüchtigen Durchblättern überrascht die Fülle der behandelten Anwendungsmöglichkeiten.

Man erfährt aus diesem Buche alles von Wert über Stromverbrauch, Anschlußwert, Belastungsverhältnisse, Planung von Anlagen, Installation, Normgrößen usw. Für Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie ist vom kleinsten Gerät bis zum größten Ofen alles erfaßt. In ganz knapper Form, fast stichwortartig, ist die zu jedem Absatz notwendige Erläuterung gegeben.

Das Buch wird viele Freunde finden. A. C. Wiese.

Radio data charts. A series of Abacs providing most of the essential Data required in Receiver Design. Von R. T. Beatty. 2. Aufl. Herausg. v. Büro der „Wireless World". Mit zahlr. Abb. u. 77 S. im Format 210 × 275 mm. Verlag Iliffe & Sons Ltd., London 1935. Preis geh. 4/6 s.

Für die in der Hochfrequenztechnik häufig vorkommenden einfachen Berechnungen wie Ohmsches Gesetz, Selbstinduktion von Spulen, Widerstände von Drähten, Scheinwiderständen von Spulen und Kondensatoren, Wellenlängen sowie Umrechnungen von kHz in Wellenlängen usw. werden Fluchtentafeln (Leitern) im logarithmischen Maßstab angegeben. Ob es zweckmäßig ist, beispielsweise zur Feststellung des Scheinwiderstandes ωL einer Spule das entsprechende Diagramm aufzusuchen und das Ergebnis abzulesen oder die Berechnung nach der Formel vorzunehmen, sei dahingestellt. Immerhin wird die Vielzahl der Tafeln (36 Stück) manchem ein anregender Hinweis sein, wie er häufig vorkommende Berechnungen durch ein derartiges Nomogramm schnell erledigen kann.

H. H. Heinze VDE.

Einführung in die Vektor- und Tensorrechnung unter besonderer Berücksichtigung ihrer physikalischen Bedeutung. Von Prof. Dr. Harry Schmidt. Mit 20 Abb., V u. 125 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1935. Preis kart. 5,80 RM.

Das kleine Buch stellt eine Einführung in den Gegenstand vor, die für Studenten gedacht ist und auch wirklich das enthält, was ein Physiker oder ein Ingenieur mit mathematischen Neigungen von der Vektorrechnung wissen sollte. Es gliedert sich in drei Kapitel: Vektoralgebra, Vektoranalysis und Grundzüge der elementaren Tensorrechnung. Das Wort „elementar" heißt hier, daß nicht eine allgemeine Tensorrechnung in beliebigen Koordinaten, beliebigen Räumen und mit beliebigen Übertragungen vorgebracht wird, sondern im unmittelbaren Anschluß an die Bedürfnisse der Mechanik der Spannungstensor so behandelt wird, wie er gebraucht wird. Dazu noch die einfachsten Regeln der Multiplikation. Die Stoffauswahl ist also durchaus zweckmäßig.

Der Verfasser legt nun großen Wert darauf, daß seine Darstellung streng sei und glaubt das nur in einem rein algebraischen Aufbau erzielen zu können. Demnach gibt er zuerst den bekannten, rein algebraischen Aufbau der komplexen Zahlen der Ebene, dann den der Vektoren im Raume. Die Darstellung ist wirklich streng, aber auch unanschaulich. Denn jeder Anfänger wird fragen, warum das innere Produkt durch diese Formel und warum das äußere Produkt durch jene Formeln definiert wird. Zwar kommt dann ziemlich bald auch das Anschauliche, aber doch erst hinterher, auch ist der Verfasser genötigt, einige, wenn auch elementare Formeln aus der analytischen Geometrie vorauszusetzen, während bei einer anschaulichen Einführung diese Formeln gleich mitgewonnen werden. Warum ist überhaupt das Geometrische weniger streng als das Algebraische? Man kann auch geometrisch streng arbeiten, und bei einer geometrischen Sache wäre das geometrische Verfahren nach Meinung des Referenten das gegebene.

Trotzdem scheint dem Berichterstatter das Buch gut lesbar, er glaubt es auch als Hilfsmittel des Unterrichtes durchaus empfehlen zu können. G. Hamel.

Von der verbogenen Mainbrücke, dem spezifischen Unglückswurm und anderen heiteren technischen Dingen. Von C. Säuberlich. Aus dem Nachlaß in Auswahl herausgegeben von Dr.-Ing. G. Sinner. Mit 91 S. im Format 130 × 185 mm. Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 2 RM.

Das kleine Buch zeigt dem Leser, daß die Technik gar nicht so humorlos ist, wie sie immer erscheint. All die kleinen Schwächen, die dem technisch und wissenschaftlich tätigen Menschen eben als Menschen anhaften und dadurch sein Tun und die Ergebnisse seiner Arbeit beeinflussen, haben den Stoff zu einer Reihe launiger Gedichte und Geschichten geliefert, sei es nun, daß sie in den Bestimmungen technischer Behörden oder im hitzigen Wettstreit von Wissenschaftlern als Kobolde ihr Unwesen treiben. Wenn die Mainbrücke verbogen sein mußte, eben weil die gesetzlichen Bestimmungen es gar nicht anders zulassen, und wenn im Abschnitt „Technische

Maße" das dem gewöhnlichen Sterblichen so einfach dünkende Wörtchen Gramm sich als schwieriges physikalisches Problem entpuppt, das manchen edlen Wettstreit unter den Gelehrten ausgelöst hat, so sieht man aus dem harmlosen Spott, den der Verfasser über sein ureigenes Arbeitsgebiet ausgießt, daß auch die physikalische und technische Arbeit einmal anders betrachtet werden kann, als man es gemeinhin tut. Eine solche Betrachtung entwürdigt sie keinesfalls. In sich gefestigte Dinge vertragen solch harmloses Spotten, ohne Einbuße zu leiden. Auch die anderen Geschichten und Gedichte sprühen von launiger Freude am Betrachten kleiner Schwächen. Und doch hat nicht allein gutmütiger Spott den Verfasser bei seinen Erzählungen und Gedichten geleitet, sondern recht tiefe Gedanken verbergen sich hinter all dem und geben uns Ingenieuren manches zu denken. Dem Buch ist unter den Fachgenossen eine recht große Verbreitung zu wünschen.

Harald Müller VDE.

Verdeutschung technischer Fremdwörter. 3. Auflage. Herausgegeben von der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftl. Arbeit. 23 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geh. 0,10 RM.

Die dritte Auflage der Verdeutschungsliste ist gegen die vorhergehende etwas erweitert, im übrigen ist die Anordnung die alte geblieben. Hoffentlich findet die Auflage einen besonders raschen Absatz; dieses Heftchen für nur 10 Rpf müßte jeder deutsche Techniker besitzen, ob er nun nur gelegentlich einmal einen kurzen Bericht innerhalb seines Werkes schreibt oder ob er als Verfasser größerer Arbeiten an die Öffentlichkeit tritt. Diejenigen, die eine Verdeutschung um jeden Preis fürchten, werden sich leicht überzeugen können, daß die RTA bei ihren Vorschlägen durchaus maßvoll vorgeht und der Sprache der engeren Fachgebiete ihr Recht läßt. Anderseits wird man bei unvoreingenommener Prüfung in vielen Fällen feststellen, daß das deutsche Fachwort die Sache schärfer kennzeichnet als das oft mehrdeutige Fremdwort, und wird sich dann gern die Vorschläge der RTA zum Segen unserer Sprache zunutze machen.

G. H. Winkler VDE.

Eingänge.

Bücher.

Stahl im Hochbau. Taschenbuch für Entwurf, Berechnung und Ausführung von Stahlbauten. 9. Aufl. Mit Unterstützg. dch. d. Stahlwerks-Verband AG., Düsseldorf, u. Deutschen Stahlbau-Verband, Berlin, herausg. v. Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf. Mit zahlr. Abb., XXVI u. 780 S. im Format 170 × 240 mm. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, u. Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 12 RM.

Produzione, distribuzione e vendita dell'energia elettrica. Von Ing. M. Bonghi. Mit 54 S. im Format 180 × 270 mm. Neapel 1935.

Ongevallen door Electriciteit. Overdruk uit het Centraal Verslag der Arbeidsinspectie over 1934. Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatscourant 1935. Mit zahlr. Abb. u. 26 S. im Format 170 × 240 mm. Preis geh. 0,50 f.

Iets over Afstandsbediening van Schakelaars. Overdruk uit het Centraal Verslag der Arbeidsinspectie over 1934. Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatscourant 1935. Mit zahlr. Abb. u. 17 S. im Format 170 × 240 mm. Preis geh. 0,25 f.

Integraltafeln. Für Ingenieure und verwandte Berufe sowie für Studierende Technischer Hoch- und Fachschulen aufgestellt v. Ziv.-Ing. C. Naske. Mit IV u. 48 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag O. Spamer, Leipzig 1935. Preis geh. 2,80 RM.

[In dem vorliegenden Heft werden eine große Anzahl, rund 450, Integrale zusammengestellt. Begrüßenswert in dem Heftchen ist, daß noch Platz für Nachträge gelassen ist.]

Zweitakt-Dieselmaschinen kleinerer und mittlerer Leistung. Von Ing. Dr. techn. J. Zeman. Mit 240 Textabb., XI u. 245 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Julius Springer, Wien 1935. Preis geh. 18 RM, geb. 20 RM.

Die Sirufer-Uhr, eine Rechenuhr zur Bemessung von Hochfrequenzkreisen mit Eisenkern. Zu beziehen durch die Siemens & Halske AG., Berlin-Siemensstadt.

[Die Sirufer-Uhr dient zum Berechnen der Windungszahlen von Rundfunkspulen mit Sirufer-Hochfrequenz-Eisenkern. Weiter kann man mit ihr leicht die Frequenz oder Wellenlänge eines Schwingungskreises aus Kapazität und Induktivität ermitteln oder eine in cm gegebene Kapazität in pF umrechnen. Die Rechnungsfaktoren sind als nomographische Maßstäbe und gegeneinander gemäß der Wellenlängenformel verschiebbar auf einer Kreisscheibe von 12 cm Dmr. aufgetragen, über der sich zwei Ablesehebel mit Zellhornfenstern drehen lassen. Der eine Hebel verschiebt mit sich auch die Skalen λ und f. Unter Verwendung zusätzlicher zeichnerischer Unterlagen kann man mit der Uhr auch vollständige Überlagererkreise berechnen oder Abstimmkurven aufnehmen. Bastler und entwerfende Ingenieure werden dieses fehler- und zeitsparende Hilfsmittel sicher begrüßen.] *R. Sch.*

Eingegangene Doktordissertationen.

Alfred Fleischmann, Kritischer Vergleich der verschiedenen Aufladeverfahren zur Leistungssteigerung von Viertaktdieselmotoren. (Verlag K. Triltsch, Würzburg.) T. H. Aachen 1935.

E. W. Freisewinkel, Ein Beitrag zur Entwicklung des Kathodenoszillographen für Leuchtschirm-Kontaktphotographie (Schirmschriftverfahren). [Sonderdr. a. Arch. Elektrotechn. 28 (1934) H. 10 u. 12, u. 29 (1935) H. 4.] T. H. Aachen 1935.

Hans Graupner, Zur Technik des empfindlichen Hochvakuum-Glühkathodenoszillographen. [Sonderdr. a. Arch. Elektrotechn. 27 (1933) H. 1, 28 (1934) H. 5, 8, 11, u. 29 (1935) H. 8.] T. H. Aachen 1935.

Stephan Haarich, Ein Beitrag zur Frage der Aluminiumschweißung. [Erschien gekürzt i. Z. VDI 79 (1935) Nr. 16.] T. H. Aachen 1935.

Lugwig Hunsicker, Azetylenschweißung von Elektrolytkupfer. [Sonderdr. a. Autog. Metallbearb. (1935) H. 18/19.] T. H. Aachen 1935.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 8. 2. (Sa), 18 h 30 m, Harnack-Haus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Dahlem, Ihnestraße 16/20, Helmholtz-Saal: „Neuere Lichtquellen" (mit Vorführungen). Dr. K. Mey. 20 h im Goethe-Saal: Abendessen und Tanz.

Deutsches Arbeitsschutzmuseum in Verbindung mit der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsschutz im Einvernehmen mit dem Sozialamt der Deutschen Arbeitsfront. Dienstags: 18., 25. 2.; 3., 10., 17., 24. u. 31. 3. 1936, 16 h bis 18 h, Deutsches Arbeitsschutzmuseum, Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12: Lehrgang über Entstehung und Verhütung von Berufskrankheiten. Teilnehmergebühr 6 RM für den ganzen Kursus, 1,50 RM für den Einzelvortrag. Auskunft erteilt das Deutsche Arbeitsschutzmuseum, Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12. Fernruf: C 4 (Wilhelm) 0936.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 47. Wer liefert ein Gerät zum Durchschießen von Hochspannungskabeln (Kabelschießgerät) für Gebrauch bei Kabelarbeiten?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 31. Januar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 13. Februar 1936 | Heft 7

Das Elektrofahrzeug, seine Verwendung und volkswirtschaftliche Bedeutung.

Von Direktor G. **Lucas** VDE, Berlin.

621. 335. 9. 003

Übersicht. Die für den Straßenverkehr entwickelten Elektrolastwagen werden kurz erwähnt, die Verwendung der Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung der nationalen, insbesondere aber der volkswirtschaftlichen Bedeutung wird näher behandelt[1]).

Als Anfang des Jahres 1934 die Forderung nach Verwendung heimischer Treibstoffe immer stärker in den Vordergrund trat, wurde auch dem elektrischen Strom als Antriebskraft für Lastfahrzeuge erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. So wurden z. B. von einem Werk Elektrolastwagen für 1000, 2000, 3000 und 6000 kg Nutzlast neu entwickelt. Aus der Zahlentafel 1 sind der Bauplan sowie die Leistungsangaben und aus Abb. 1 die Bauformen zu ersehen.

Zahlentafel 1. Leistungsangaben für Elektro-Lastfahrzeuge.

Bauart:	EL 1002	EL 2002	EL 3002	EL 6002
Nutzlast in kg	1000	2000	3000	6000
Fahrgestelltragkraft je nach Batterie in kg	1100···1400	2400···2600	3300···3800	6000···6500
Batteriegewicht in kg	500···700	700···1050	1050···1300	2100···2600
Techn. zulässiges Gesamtgewicht in kg	3000	5200	7200	13000
Anzahl der Einheitströge	1	2	2	4
Anzahl der Zellen	40	40	40	80
Größte Kapazität 5-stündig in Ah	280	350	400	400
in kWh	17,4	28,0	32	64
Fahrgeschwindigkeit in km/h bei Vollast	26	25	25	24
leer	30	30	30	30
Fahrbereich bei größter Batterie in km	80	70	60	60
Steigvermögen mit Vollast 6% auf	500 m	500 m	800 m	2400 m

Zahlentafel 2. Leistungsangaben für Elektroschlepper.

Bauart	ES 10	ES 15
Anhängelast	10 000 kg	15 000 kg
Techn. zulässiges Gesamtgewicht des Schleppzuges	14 000 kg	20 000 kg
Anzahl der Einheitströge	4	4
Anzahl der Zellen	80	80
Größte Kapazität 5-stündig in Ah	400	400
„ „ „ in kWh	64	64
Fahrgeschwindigkeit in km/h leer	30	30
Fahrgeschwindigkeit in km/h mit größter Anhängelast	20	15
Fahrbereich bei größter Batterie und größter Anhängelast in km	60	50
Steigvermögen mit Vollast: 8% auf	200 m	200 m

Unter Verwendung der Bauteile der Elektrolastwagen wurden auch Elektroschlepper entsprechend Zahlentafel 2 gebaut. Abb. 2 läßt die Bauform und Größenabmessung erkennen. Die Elektroschlepper werden als Zugschlepper für das ausschließliche Ziehen von Anhängelasten mit einer genormten Zugkupplung, als Sattelschlepper mit einer über der Hinterachse angebrachten selbsttätigen Kupplung mit Trag- und Anlaufrollen hergestellt. Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit dieser Elektroschlepper wird leider noch nicht genügend beachtet.

Abb. 1. Fertigungsplan für Elektrolastwagen.

Lastkraftwagen werden vielfach für bestimmte Zwecke erst verwendbar, wenn sie mit einem entsprechenden Aufbau ausgerüstet sind[2]), wie z. B. für den Müllsammeldienst einen solchen Abb. 3 zeigt. Außerdem können die Fahrzeuge noch mit festen sowie seitlich und nach hinten kippbaren Pritschen, Abb. 4, Sprengbehältern, Waschbürsten, Abb. 5, u. a. m. versehen werden. Der elektrische Fahr-

Abb. 2. Fertigungsplan für Elektroschlepper.

[1]) Vortrag, gehalten am 8. 1. 1936 im „Haus der Technik" der AEG, Berlin.

[2]) H. W. Leichsenring, ETZ 56 (1935) S. 939.

zeugantrieb bietet auch bei der Anbringung von Aufbauten, die einen Antrieb benötigen, Vorteile, da kleine Elektromotoren leicht einzubauen sind, und diese ihren Strom der Fahrzeugbatterie entnehmen können[3]).

a Kuka-Mülltrommel
b Verkleidung
c vorderer Lagerbock mit Kugelzapfengehäuse
d hintere Rollenlager
e hintere Deckel mit staubfreiem Einschütter
f vordere Behälterwand
g Scharnier zum Öffnen des Deckels
h Handkurbel für Deckelöffnung
i Getriebekasten
k Flanschmotor

Abb. 3. Elektrolastwagen mit „Kuka"-Müllaufbau für 6 m³ Inhalt.

Die Antriebsenergie für Elektrofahrzeuge, der aus deutscher Kohle oder Wasserkräften gewonnene elektrische Strom, wird in der Batterie mitgeführt. Die Elektrofahrzeugindustrie verwendet einen zur Normung vorgeschlagenen Einheitstrog mit je 20 Zellen, und zwar werden beim 3 t-Fahrzeug zwei und bei größeren Fahrzeugen vier Tröge eingebaut. Die einbaufähige Kapazität gestattet einen Fahrbereich bis zu 65 km; letzterer kann durch Nachladung der Batterie wesentlich erhöht werden. Die Auswechslung der Batterie, wodurch der Fahrbereich vervielfacht werden kann, ist mit einem Handhubkarren leicht in drei bis fünf Minuten durchführbar.

Für die möglichst während der Nachtzeit vorzunehmende Aufladung der Batterie, die im Fahrzeug erfolgen kann, muß eine Lademöglichkeit vorhanden sein; diese besteht, wenn nicht Gleichstrom der Ladespannung verfügbar ist, aus einem umlaufenden Maschinensatz oder einem Gleichrichter. Mit Pöhlerschaltern wird der Ladevorgang sowie nach Beendigung desselben die Abschaltung des Stromes selbsttätig durchgeführt.

a Wasserbehälter
b Filter
c Füllstutzen
d Sammler-Schutzkasten
e Walzenmotor
f Pumpe
g Regelanlasser
h Besenwalze
i Sprühdüsenrohr
k Handhebel für Walzenhub *l* Walzenausgleich *m* Walzenentlastung *n* Schutzschild

Abb. 5. Elektrolastfahrzeug EL 3002 mit Kehrwalze.

Zahlentafel 3. Jährliche Kosten der Ladestationen je Anschluß.

	Gleichstrom RM	Drehstrom RM
Anlagekosten	450,—	1900,—
Verzinsung 5%	22,50	95,—
Tilgung der Gesamtanlage. Betriebsdauer 20 Jahre	22,50	95,—
Tilgung der Widerstände bzw. Röhren. Betriebsdauer 6 bzw. 3 Jahre	15,—	83,—
Unterhaltung und Überwachung	70,—	70,—
	130,—	343,—
Bei 10 000 kWh Stromverbrauch je Anschluß und Jahr betragen die Kosten je kWh	0,013	0,034

[3]) ETZ 56 (1935) S. 1229.

Wenn die Betriebskosten der Ladestelle, siehe Zahlentafel 3, den kWh-Preis auch nur ganz unwesentlich beeinflussen, so erscheint es doch erforderlich, die Frage der Errichtung öffentlicher Ladestellen kurz zu streifen. Den Verwendern von 1 bis 3 Elektrofahrzeugen sollte die Möglichkeit gegeben werden, die Batterien in besonderen Ladestellen aufladen und warten zu lassen. Es

Abb. 4. Elektrolastwagen mit aufgebauter Pritsche für 3000 kg Nutzlast.

wäre für die in allen Städten vorhandenen Elektrizitätswerke eine dankenswerte Aufgabe, die Einrichtung mit allen Mitteln zu fördern. Die Licht und Kraft AG. (Bewag) Berlin ist vorbildlich vorangegangen und hat schon derartige öffentliche Ladestellen eingerichtet. Die Besitzer von mehr als drei Elektrowagen werden zumeist eine eigene Ladeanlage betreiben.

Der ideale Zustand wäre gegeben, wenn in diesen öffentlichen Ladestellen Batterien vorgehalten würden, so daß der Elektrofahrzeugbesitzer hier vorfährt, die entladene Batterie abgibt und gegen entsprechende Bezahlung die aufgeladene Batterie aufnimmt. In diesem Falle wäre der Fahrzeugbesitzer jeglicher Sorge um seine Batterie enthoben und könnte mit vollkommen festen Betriebskosten rechnen. Die Voraussetzung für die Durchführung einer derartigen Ladestellenorganisation ist durch die von einigen Werken der Akkumulatorenindustrie getroffenen Maßnahmen jetzt teilweise möglich, da diese sich entschlossen haben, in 23 größeren Städten Deutschlands Leihbatterien für Elektrolastwagen zur Verfügung zu stellen. Eine Zusammenarbeit der Elektrizitätsversorgung mit obiger Industrie ist auf jeden Fall anzustreben.

Welche Aufgaben in der Lastenförderung können nun diesem Fahrzeug überwiesen werden? Zunächst sei darauf hingewiesen, daß das Elektrolastfahrzeug niemals ein Wettbewerber des Fahrzeugs für flüssige oder gasförmige Brennstoffe sein soll oder sein kann. Durch die Begrenzung seines Fahrbereiches durch die Batterie mit etwa 65 km kann das Fahrzeug nur im Stadtverkehr eingesetzt werden.

Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß etwa 80 % der Transportleistungen der Fahrzeuge innerhalb der Großstädte Entfernungen von 60 km je Tag nicht überschreiten. Diese Tagesfahrleistung liegt sehr günstig

in der Leistungsfähigkeit der Elektrolastwagenbatterie, die normalerweise eingebaut wird. Der Elektrolastwagen entwickelt zwar nur eine Höchstgeschwindigkeit von 25 bis 30 km/h; trotzdem haben Versuchsfahrten ergeben, daß das Elektrolastfahrzeug mit diesen Geschwindigkeiten einem Benzinfahrzeug gleicher Tragfähigkeit im Stadtverkehr, insbesondere aber im Haus-zu-Haus-Lieferdienst, wesentlich überlegen ist.

Zum Beweise dieser Behauptung wurden im September 1934 in Berlin Versuchsfahrten im Beisein eines neutralen Beobachters durchgeführt, und zwar mit einem 2 t-Benzinkraftwagen für eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h und einem Elektrowagen für 2 t Nutzlast für eine Geschwindigkeit von 24 bis 28 km/h. Das Ergebnis der betriebsmäßig durchgeführten Fahrten zeigt Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4. Vergleichsmessungen mit 2 t-Elektro- und Benzin-Lastwagen.

Technische Angaben	Elektrolastwagen	Benzinlastwagen
Zulässige Nutzlast in kg	2000	2000
Geschwindigkeit in der Ebene: ohne Last in km/h	27,25	60
Geschwindigkeit in der Ebene: mit Last in km/h	24	50

Ergebnisse der Versuchsfahrten.

Haltestellen-Entfernung m	Durchschnitts-Fahrgeschwindigkeit km/h		Überlegenh. des Elektrowagens %
	Elektrolastwagen	Benzinlastwagen	
30	13,3	7	90
100	16,5	12,8	28
200	20,4	17,6	16
300	22,8	20,8	10

Gegenüber den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hat der Elektrowagen den Vorzug der höheren Anfahrbeschleunigung; das Einschalten der Gänge beim Kraftwagen mit flüssigen Treibstoffen erfordert Zeit und bedeutet jedesmal einen Geschwindigkeitsrückgang. Der Elektrowagen mit Reihenschlußmotor wird dagegen ohne Verzögerung durch den Fahrzeugführer eingeschaltet. Bei kurzen Haltepunktabständen bewirkt dieser Vorzug eine größere Reisegeschwindigkeit des Elektrofahrzeuges gegenüber dem Kraftwagen mit Verbrennungsmotor. Bei letzterem kann also im Stadtverkehr die an sich höhere Beharrungsgeschwindigkeit (Höchstgeschwindigkeit) aus verkehrstechnischen Gründen nicht ausgenutzt werden. So zeigt die Zahlentafel 4, daß noch bei Haltepunktentfernungen von 300 m das Elektrofahrzeug in der Reisegeschwindigkeit dem Benzinfahrzeug um 10 % überlegen ist. Auch eine sich über 23 km erstreckende Fahrt durch die Straßen Berlins hat gezeigt, daß das Elektrofahrzeug 3 % weniger Zeit benötigte als der Benzinwagen, obwohl beide Fahrzeuge zu gleicher Zeit abfuhren und jedes Fahrzeug versuchen konnte, so schnell wie möglich auf dem vorgeschriebenen Wege das Ziel zu erreichen.

Bei einer vor einigen Jahren von einer Kraftverkehrsgesellschaft im Ruhrgebiet durchgeführten Untersuchung über die erreichbare Durchschnittsgeschwindigkeit mit einem 5 t-Benzinkraftwagen und einem 5 t-Elektrolastwagen wurde auch festgestellt, daß der Elektrolastwagen zum mindesten ebenso schnell durch das dortige Verkehrsgebiet geschleust wurde, wie der Benzinwagen mit einer dreimal so großen Höchstgeschwindigkeit.

Wenn wir nun die Verwendergruppen näher bezeichnen wollen, so wären die Gemeindebetriebe mit ihren Fahrzeugen für

den Müllsammeldienst
die Straßen- und Kanalreinigung

an erster Stelle zu erwähnen. Wie schon gesagt, können die Elektrofahrzeuge mit Aufbauten jeder Art ausgerüstet werden.

Als weitere Verwender sind neben der Deutschen Reichspost, die jetzt etwa 2400 Elektrofahrzeuge in Betrieb hat[4]), die Deutsche Reichsbahn für die Stadtspedition sowie alle sonstigen Transporttreibenden zu nennen, die innerhalb des erwähnten Fahrbereiches von etwa 65 km Transporte auszuführen haben und insbesondere den Fahrweg vorher übersehen können. Hierher gehören die

Energieversorgung,
Milchversorgungsbetriebe,
Brotfabriken und Bäckereien,
Brauereien,
Flaschenbier- und Mineralwasserhandlungen,
Speditionsbetriebe,
Kohlengroßhandlungen,
Mühlen
u. a. m.

Bei diesen lebenswichtigen Betrieben, insbesondere denen der Lebensmittelversorgung in Großstädten, ist die Sicherstellung der Transportfrage ausschlaggebend. Bei geringen Vorräten an flüssigen Brennstoffen würde bei Kraftwagen mit Verbrennungsmotor der Zu- und Abtransport von Bahnhöfen und Lagerstätten empfindlich gestört werden, während bei Verwendung von Elektromobilen ein solcher Fall nicht eintreten kann, da der elektrische Strom aus deutschen Energiequellen gewonnen wird.

Abb. 6. Energiediagramm von Automobilen und Elektromobilen.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der verstärkten Verwendung von Elektrolastwagen ist überragend und läßt es fast unverständlich erscheinen, daß dieses Fahrzeug bisher so wenig benutzt wird. Vom Standpunkt des Technikers interessiert zunächst die Energieumformung. Wie Abb. 6 erkennen läßt, werden nach Beckmann[5])

bei Lastwagen mit Benzinmotorenantrieb 14,2 %
„ Elektrowagen dagegen . . . . . . 52,2 %,

also das 3½fache der zugeführten Energie für den Fahrantrieb nutzbar gemacht.

Die volkswirtschaftlichen Belange sollen nun unterteilt werden in

Interessen des Elektrofahrzeugverwenders,
„ der Allgemeinheit,
„ „ Energiewirtschaft.

Die mechanischen und physikalischen Vorteile gegenüber den anderen Fahrzeugarten sind aus der folgenden Aufstellung ersichtlich. Erwähnen möchte ich, daß Elektrofahrzeuge überall untergestellt werden dürfen, da hierfür die behördlichen Vorschriften nicht gelten. Zur Not genügt ein offener Schuppen, da der Batterie Außentemperaturen bis zu — 24 ° C nicht schaden und der Elektromotor bei jeder Temperatur anläuft.

Als besondere Vorzüge des Elektrofahrzeuges wären noch zu erwähnen:

[4]) F. Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 612.

[5]) H. Iben: Die Verwendung von Akkumulatoren für elektrische Straßenfahrzeuge; Berlin: Accumulatorenfabrik AG. 1927.

Vorteile des Elektrofahrzeug-Betriebes.

Pferde-Fuhrwerk

- Mechanische Nachteile
  - Besondere Unterhaltung von Fahrzeugen
    - Ungewisse Geschwindigkeit Verkehrsbehinderung
- Physikalische Nachteile
  - Schmutz und Geräusch
    - Betriebs-Unsicherheit bei Winterwetter
  - Krankheiten

Fahrzeug mit Verbrennungsmotor
Rasche Wertverminderung (der arbeitenden Teile)

- Mechanische Nachteile
  - Verwickelte Bauart
    - Schwierige Instandsetzung
    - Schwierige Bedienung
      - Bei häufigem Halten u. Anfahren
      - Erfordert Straßengewandtheit u. Erfahrung
  - Ständige Betriebsstoffversorgung
    - Steigende Kosten für Betriebsstoff
    - Lagerhaltung
- Physikalische Nachteile
  - Geräusch
  - Auspuff

Elektro-Fahrzeug
Geringe Wertverminderung

- Mechan. Vorzüge
  - Einfachheit der Bauart
    - Leichte Instandsetzung
    - Leichte Bedienung
  - Einfachheit der Betriebsstoffversorgung
    - Niedrige Betriebsstoffkosten (da Elektrizität)
    - Keine Lagerung von Betriebsstoffen
  - Obwohl häufiges Halten u. Anfahren notwendig ist
  - Keine besondere Fahrgeschicklichkeit erforderlich
- Physikal. Vorzüge
  - Kein Geräusch
  - Kein Schmutz

Geringe Störungsanfälligkeit,
daher weniger Ausbesserungen und weniger Stehtage.
Einfache Bauweise, Wartung und Bedienung,
daher keine hochbezahlten Fahrer.
Größte Sauberkeit des Betriebes, Geräusch- und Geruchlosigkeit infolge Wegfalls der gesundheitsschädlichen Auspuffgase.
Steuerliche Vorteile auf Grund des Kraftfahrzeug-Steuergesetzes vom 28. 2. 1935.

Für den Nachweis der überlegenen Wirtschaftlichkeit des Betriebes mit Elektrofahrzeugen stehen vergleichende Berechnungen zur Verfügung, und zwar zeigt Zahlentafel 5 die Verhältnisse in Gemeindebetrieben, wie sie vor etwa einem Jahre den Mitgliedern eines Arbeitsausschusses im Deutschen Gemeindetag zur Verfügung gestellt wurden und somit den Anspruch auf vollkommene Objektivität erheben können. Die Endzahlen lassen erkennen, daß die Kosten je Kilometer beim Elektrolastwagen am niedrigsten sind und hier 6 % unter denjenigen des Dieselfahrzeuges und 11 % unter den Kosten bei dem Fahrzeug mit Holzgasgenerator liegen. Bei dieser Berechnung sind nur 260 Betriebstage und eine Fahrleistung von täglich 60 km, davon die Hälfte ohne Last, angenommen.

Weitere Berechnungen auf Grund der Angaben des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit[6]) und der eigenen Erfahrungen haben wir durchgeführt für verschiedene Fahrzeuge bei einer Jahresleistung von 18 000 km, die für den Stadt- und Lieferdienst als obere Grenze anzunehmen ist. Wie Zahlentafel 5 zeigt, sind die Anschaffungskosten beim Elektrofahrzeug, insbesondere dann, wenn die Ladeeinrichtung noch mit hinzuzurechnen ist, höher als bei den sonstigen Fahrzeugarten. Für die Gesamtbeurteilung ist dieses aber unwesentlich, denn die jährlichen Betriebskosten sind trotzdem niedriger. Dieses ist zurückzuführen auf die weit größere Lebensdauer und die geringeren Ausbesserungskosten des Elektrolastfahrzeuges gegenüber allen anderen Fahrzeugarten. Auch hier bestätigt sich wieder, daß der Elektrowagen die geringsten Kosten verursacht, und daß dieselben rd. 15 % unter denjenigen des am nächstbilligsten arbeitenden Fahrzeuges und 25 % unter denjenigen für Benzinwagen liegen.

Nach dem oben Gesagten wird es in den meisten Fällen zukünftig möglich sein, Leihbatterien und gegebenenfalls öffentliche Ladestellen zu benutzen, wodurch die Anschaffungskosten für den 3 t-Elektrowagen auf 9100 RM heruntergehen. Eine auf dieser Grundlage durchgeführte Wirtschaftlichkeitsberechnung ergibt praktisch die gleichen Kosten je Wagenkilometer und somit die gleiche Überlegenheit des Elektrofahrzeuges.

Wie schon vorhin erwähnt, verwendet die Deutsche Reichspost Elektrowagen in sehr großer Zahl. In einer Veröffentlichung[7]) von F. Hubrig wird die Betriebskostenermittlung aus drei Elektromobilbetrieben der Deutschen Reichspost bekanntgegeben, und zwar Durchschnittssätze aus einem Großbetrieb mit rd. 700 und zwei mittleren Betrieben mit je 70 Fahrzeugen (Zahlentafel 6). Ferner berichtet Hubrig, daß von dem Bleibedarf des Elektromobils für den Batterie-Plattenersatz nur 20 % zu ergänzen sind, weil 80 % der in den Batterien vorhandenen Bleimengen

[6]) Veröffentlichung Nr. 93.
[7]) Wirtschaftsblatt der Ind.- u. Handelskammer, Jahrg. 33, S. 1963.

Zahlentafel 5. Wirtschaftlichkeitsberechnung von 5 t-Müllwagen (10 m^3 Fassungsvermögen).

Benennung	Elektromobil		Dieselmotor mit Holzgenerator		Dieselmotor	
Anschaffungskosten f. d. vollständ. Fahrzeug . . .	RM 25 000		RM 28 500		RM 26 500	
Lebensdauer	15 Jahre		10 Jahre		10 Jahre	
Betriebskostenberechnung je km						
1. Abschreibung v. d. Anschaffungskosten abzügl. d. Luftbereifung u. d. Batterie	$\frac{\text{RM } 19\,796{,}40 \cdot 6{,}66\,\%}{260 \text{ Tage} \cdot 60} =$	RM 0,084	$\frac{\text{RM } 26\,640 \cdot 10\,\%}{260 \text{ Tage} \cdot 60} =$	RM 0,170	$\frac{\text{RM } 24\,640 \cdot 10\,\%}{260 \text{ Tage} \cdot 60} =$	RM 0,158
2. Verzinsung d. halben Anschaffungssumme . .	$\frac{\text{RM } 25\,000}{2 \cdot 260 \cdot 60} \cdot 6\,\% =$	0,048	$\frac{\text{RM } 28\,500}{2 \cdot 260 \cdot 60} \cdot 6\,\% =$	0,054	$\frac{\text{RM } 26\,500}{2 \cdot 260 \cdot 60} \cdot 6\,\% =$	0,051
3. Reparaturen	$\frac{\text{RM } 19\,796{,}40}{260 \cdot 60} \cdot 6\,\% =$	0,076	$\frac{\text{RM } 26\,640}{260 \cdot 60} \cdot 10\,\% =$	0,170	$\frac{\text{RM } 24\,640}{260 \cdot 60} \cdot 10\,\% =$	0,158
4. Treibstoffverbrauch bzw. Kraftstrom	je km =	0,050	$\frac{2{,}5 \text{ Ztr. Holz} \cdot 1{,}80}{60} =$	0,075	$\frac{28\,\text{l} \cdot \text{RM } 0{,}14}{60} =$	0,065
5. Öle, Fette, Säure u. destill. Wasser	je km rd	0,018	rd	0,061	rd	0,061
6. Batterieunterhaltung 80 Zellen je Betriebsjahr 60 % d. Anschaffungskosten	$\frac{\text{RM } 3\,343 \cdot 60\,\%}{260 \cdot 60} =$	0,177	—	—	—	—
7. Gummiverbrauch 40 · 8 vorn je RM 250, 2 · (42 · 9) hinten je RM 340	Lebensd. 50 000 km Kosten RM 1860 $\frac{\text{RM } 1860}{50\,000} =$	0,038	$\frac{\text{RM } 1860}{50\,000} =$	0,038	$\frac{\text{RM } 1860}{50\,000} =$	0,038
8. Steuer	RM 862 : 260 : 60 =	0,056	RM 1355 : 260 : 60 =	0,086	RM 1260 : 260 : 60 =	0,080
9. Haftpflichtversicherung	RM 68,25 : 260 : 60 =	0,004	RM 68,25 : 260 : 60 =	0,004	RM 68,25 : 260 : 60 =	0,004
10. Garagekosten einschl. Heizung und Beleuchtung	je km rd	0,030	je km	0,030	je km	0,030
11. Amortisation d. Ladeeinrichtung 10 Jahre Lebensdauer	2000 · 10 : 260 : 60 =	0,012	—	—	—	—
12. Lohn des Fahrers einschließlich soz. Zulagen	8 Std. à RM 1,20 : 60	0,160	8 Std. à RM 1,20 : 60	0,160	8 Std. à RM 1,20 : 60 =	0,160
13. Ladewärter bzw. Pflege d. Wg. einschl. soz. Zulg.	2 Std. à RM 1,20 : 60 =	0,040	2 Std. à RM 1,20 : 60 =	0,040	2 Std. à RM 1,20 : 60 =	0,040
Kosten	je km RM	0,79	RM	0,89	RM	0,85

Zahlentafel 6. Betriebskostenermittlung für ¾ t- und 2 t-Elektrowagen der Deutschen Reichspost.

	¾ t-Wagen	2 t-Wagen
1. Stromverbrauch je km Fahrleistung	0,32 kWh (1,6 Rpf)	0,6 kWh (3 Rpf)
2. Batterie-Instandhaltung und -Pflege, Plattenersatz- und Batteriezubehör, sonstige Teile und Stoffe (Säure, destilliertes Wasser)	4,3 Rpf/km	7 Rpf/km
3. Wageninstandsetzung einschl. Erneuerung des Wagenanstriches	5,5 Rpf/km	7,8 Rpf/km
4. Wagenpflege (Schmieren, Reinigen, Durchschen)	1,3 Rpf/km	1,5 Rpf/km
5. Reifenkosten	0,6 Rpf/km	0,9 Rpf/km
zusammen . . .	13,3 Rpf/km	20,2 Rpf/km

nach Regenerierung wieder verwendet werden können. Für je 100 km Fahrleistung sind erfahrungsgemäß nur 0,57 kg Blei zu ergänzen.

Zahlentafel 7. Bestand an Lastkraftwagen am 1. Oktober 1935.

1 t-Wagen	35 500	Stück
2 t-Wagen	95 000	„
3 t-Wagen	55 500	„
über 3 bis 6 t	28 000	„
zusammen . . .	214 000	Stück

Die nächsten Aufstellungen werden uns zeigen, wie weit Ersparnisse durch die verstärkte Verwendung von Elektrofahrzeugen erzielbar sind, und wie weit der Ersatz von Pferdegespannen durchführbar ist. Nach Veröffentlichungen des Instituts für Konjunkturforschung waren in Deutschland am 1. 10. 1935 etwa 214 000 Lastwagen vorhanden; die Veröffentlichungen des R.D.A. ergaben einen Schlüssel für die Unterteilung nach Zahlentafel 7. Aus den „Vierteljahrsheften zur Statistik des

Zahlentafel 8. Aufstellung der zu ersetzenden Lastkraftwagen durch Elektrolastwagen.

Bestand an Lastkraftwagen im Jahre	Stückzahl	rd. 4,7 % Ersatz im Jahre	Elektrolastwagen Stückzahl
1928	121 765	1935	5 600
1929	143 952	1936	6 600
1930	157 432	1937	7 400
1931	161 072	1938	7 500
1932	152 420	1939	7 200
1933	155 219	1940	7 200
1934	191 712	1941	9 500
1935	214 000	1942	9 000
		zusammen:	60 000
		Heutiger Bestand:	10 000
		Ersatz für Pferdegespanne:	15 000
		zusammen:	85 000

Deutschen Reiches", Heft III/1935, ist zu entnehmen, daß nach dem Stand vom 1. 7. 1935 rund 50 % der gesamten Lastkraft- und Lieferwagen in den großen Städten beheimatet sind, und hiervon haben wieder laut den vorhin erwähnten Untersuchungen 80 % im Stadtverkehr eine Fahrleistung bis zu 60 km je Tag aufzuweisen; eine Umrechnung ergibt, daß bei dem heutigen Lastwagenbestand eine Verwendungsmöglichkeit von rd. 85 000 Elektrolastfahrzeugen vorhanden ist.

Das wünschenswerte Ziel ist nur zu einem gewissen Prozentsatz erreichbar, und man kann deshalb nur mit der Einstellung von etwa 70 000 Elektrofahrzeugen im Stadtverkehr rechnen; hiervon sind bereits 10 000 zugelassen und in Betrieb. Es ist verständlich, daß der Einsatz der vorgenannten Zahl von Elektrolastwagen nur entsprechend dem natürlichen Abgang von vorhandenen Autolastwagen erfolgen kann. Bei den Lastkraftwagen mit Verbrennungsmotor kann die Lebensdauer mit 8 bis 10 Jahren angenommen werden, so daß je Jahr etwa $^{1}/_{10}$ der Fahrzeuge ersetzt werden müssen, für die in Zukunft elektrisch angetriebene Lastkraftwagen in Frage kommen sollten.

Unter Außerachtlassung der Wirtschaftskrise in den Jahren 1930 bis 1933 und der dadurch bedingten geringeren Benutzung der vorhandenen Lastfahrzeuge sei angenommen, daß in den nächsten Jahren durchschnittlich 4,7 % der vorhandenen Lastkraftwagen durch Elektrolastwagen laut Zahlentafel 8 ersetzt werden. Unberücksichtigt geblieben sind die Beschaffungen infolge der Zunahme der Motorisierung. Aus der Tafel ist weiterhin zu ersehen, daß angenommen wird, in den nächsten sechs Jahren etwa 15 000 Elektrolastwagen als Ersatz für Pferdegespanne einzustellen, so daß bis zum Jahre 1942 mit einer Zahl von 85 000 Elektrolastwagen gerechnet werden könnte.

Die erwähnten und zu ersetzenden 70 000 Lastkraftwagen haben laut Zahlentafel 9, wenn jedes Fahrzeug

Zahlentafel 9. Vergleich der Betriebsstoffkosten für 70 000 Lastkraftwagen im Stadtverkehr bei 18 000 km Jahresleistung je Wagen.

Stückzahl	Bauform	Gesamtverbrauch in Mill Liter
12 000	1 t	38,88
32 000	2 t	172,80
17 000	3 t	97,92
9 000	6 t	74,52
Sa: 70 000		384,12

Gesamtkosten

Verbrennungskraftwagen	(½ Dieselöl, je l 0,19 RM; ½ Benzin, je l 0,34 RM)	102 Mill RM
Elektrowagen	(672 Mill kWh à 0,05 RM)	33 Mill RM
	Ersparnis:	69 Mill RM

jährlich 18 000 km im Stadtverkehr zurücklegt, einen Jahres-Treibstoffverbrauch von 384 Mill l. Dieser Treibstoff würde also durch Einsetzen von Elektrowagen für die weitere Motorisierung Deutschlands zur Verfügung stehen.

Ferner könnten noch 15 000 Elektrowagen eingestellt werden, die leistungsmäßig etwa 61 500 Pferdegespanne ersetzen. Zahlentafel 10 zeigt die Betriebskosten der Elektrowagen und diejenigen der zu ersetzenden Pferdefahrzeuge. Sie zeigt, daß auch hier eine Ersparnismöglichkeit von rd. 250 Mill RM besteht neben dem ernährungspolitisch wichtigen Vorteil, daß die für die Pferdegespanne bisher benötigten Futtermittel anderer Verwendung zugeführt werden können.

Zahlentafel 10. Betriebskostenvergleich zwischen 15 000 Elektrowagen und 61 500 Pferdegespannen.

Elektrowagen	Stückzahl	Jahresbetriebskosten je Wagen in RM		Gesamt-Jahresbetriebskosten in RM
1 t	2 500	4 300,—		10 750 000,—
2 t	7 000	4 800,—		33 600 000,—
3 t	3 750	6 300,—		23 625 000,—
6 t	1 750	9 500,—		16 625 000,—
	15 000			84 600 000,—
Pferdegespanne				
leichte Einspänner . . .	7 500	4 000,—	lt. RKW-Veröffentlichung Nr. 93	30 000 000,—
leichte Zweispänner . .	32 000	5 500,—		176 000 000,—
schwere Zweispänner . .	15 000	5 800,—		87 000 000,—
schwere Zweispänner mit luftbereiften Wagen .	7 000	6 000,—		42 000 000,—
	61 500			335 000 000,—
Jährliche Ersparnis				250 400 000,— RM.

Durch erhöhte Verwendung von Elektrolastfahrzeugen wird auch der Stromabsatz nicht unwesentlich beeinflußt. Aus Zahlentafel 11 ist zu ersehen, welche Strommenge für

Zahlentafel 12. Berechnung der Jahresstromabnahme von 85 000 Elektrolastwagen bei 18 000 km Jahresleistung je Wagen.

	1 t	2 t	3 t	6 t	Gesamt
Stückzah	14 500	39 000	20 750	10 750	85 000
Stromverbrauch in Wh/tkm . . .	56	52	52	50	—
Jahresstromverbrauch in Mill kWh	73,2	305	227,5	210	815,7
Jahreskosten in Mill RM	3,66	15,25	11,375	10,5	40,78
Jahresstromverbrauch bei 30% Leerfahrten in Mill kWh . . .	66,5	266	196	141	668,5
Jahreskosten bei 30% Leerfahrten in Mill RM	3,275	13,3	9,8	7,05	33,425

Wirkungsgrad der Batterie . .	0,75
Wirkungsgrad der Ladeanlage .	0,8
Preis der kWh in RM	0,05

die Aufladung der Batterien der vorhin erwähnten 85 000 Elektrolastfahrzeuge benötigt würde; die unteren Zahlen bei Annahme von 30 % Leerfahrten dürften die Stromabgabe richtig wiedergeben. Der Strombedarf macht 668 Mill kWh aus, die einen Wert von 33,5 Mill RM darstellen. Im Jahre 1934 betrug der Stromabsatz etwa 16 Mrd kWh, woran der Nachtstrom mit etwa 10 % beteiligt war. Die Nachtstromabgabe könnte nach diesem Berechnungsbeispiel um etwa 37 % gegenüber der bisherigen Leistung erhöht werden, wobei der Strombedarf für die jetzt schon in Benutzung befindlichen 10 000 Elektrowagen abgezogen worden ist.

Zusammenfassung.

Für alle Verwendungsgebiete innerhalb der Städte sind Elektrolastwagen und Elektroschlepper für verschiedene Tragfähigkeiten und Zugleistungen entwickelt worden. Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes mit Elektrofahrzeugen wird nachgewiesen, so daß eine stärkere Benutzung im allgemeinen und volkswirtschaftlichen Interesse liegt; gleichzeitig wird den Elektrizitätswerken dadurch eine bessere Ausnutzung ihrer Anlagen während der Nachtzeit ermöglicht. Durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen werden große Mengen flüssiger Treibstoffe für andere Zwecke frei.

Die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris 1935.

Von **P. Jacottet VDE**, Berlin.

(*2. Fortsetzung von S. 122 u. 64.*)

Gruppe 24. Mechanische Leitungsschwingungen.

Gruppenberichter: Gibrat (Frankreich).

Berichte:

204. Margoulies (Belgien): „Leiterschwingungen bei Freileitungen und ihre Dämpfung."
205. Gibrat (Frankreich): „Versuch einer Theorie der Freileitungsschwingungen."
214. Ryle (England): „Erfahrungen über Leitungsschwingungen."
218. Preiswerk (Schweiz): „Schwingungsfreie Seile für Freileitungen."
220. Zammit und Hostench (Spanien): „Erfahrungen mit Leitungsschwingungen an 50- und 70 kV-Freileitungen in Südspanien."

Im Bericht 205 versucht Gibrat unter Berücksichtigung der bisher vorliegenden experimentellen und theoretischen Untersuchungen die Grundlagen zu einer auf nichtlinearen Verfahren beruhenden Theorie der Seilschwingungen zu geben. Der Bericht 220 enthält Angaben über Seilschwingungen, die während mehrerer Jahre an einigen 50- bzw. 70 kV-Freileitungen in Südspanien beobachtet wurden. In 24 Fällen traten Leitungsbrüche auf, und zwar immer nur an Abspannklemmen, auf deren zu großes Gewicht und zu geringe Bewegungsmöglichkeit sie zurückgeführt werden. Ryle (214) berichtet ebenfalls über Beobachtungen von mechanischen Seilschwingungen und unterzieht ähnlich wie Margoulies (204) die einzelnen schwingungsdämpfenden Einrichtungen nach Bate, Hofmann, Stockbridge, Varney einer vergleichenden Untersuchung. Preiswerk (218) berichtet über das von der Aluminium-Industrie AG. Neuhausen (Schweiz) entwickelte schwingungsfreie Seil.

Entsprechend dem Inhalt der vorliegenden Berichte ergeben sich für die Aussprache folgende Gesichtspunkte: 1. Theorie der mechanischen Seilschwingungen. 2. Verhalten der Hänge- und Abspannklemmen. 3. Schwingungsdämpfer. Zu 1. verweist der Gruppenberichter u. a. auf: Abhängigkeit der Amplitude der Seilschwingungen von der Frequenz der Luftwirbelablösung und von der Eigenfrequenz selbst, Einfluß der Windgeschwindigkeit, Abhängigkeit der Schwingungsgefahr von der mechanischen Seilspannung. Zum Einfluß der Hänge- und Abspannketten auf die Ermüdungsbrüche berichten die Vertreter einiger Länder über die an Versuchsleitungen und an Freileitungen im Betrieb durchgeführten Versuche; danach erscheint es zweckmäßig, bei leichten Leitern auch Klemmen von geringem Gewicht zu verwenden. Über die Wirksamkeit der einzelnen Typen von Schwingungsdämpfern sind in verschiedenen Ländern vergleichende Untersuchungen ausgeführt worden, wobei sich gewisse Ausführungen gut bewährt zu haben scheinen. Der Gruppenberichter regt an, zur einheitlichen Durchführung von Versuchen bestimmte Richtlinien aufzustellen. Rachel (Deutschland) empfiehlt in Anbetracht der zahlreichen aus der Erörterung sich ergebenden noch ungeklärten Fragen, einen besonderen Ausschuß zum Studium der Leitungsschwingungen einzusetzen.

List (Tschechoslowakei) berichtet, daß im Ausschuß für mechanische Leitungsberechnung in Erwägung gezogen ist, bei der Leitungsberechnung die Veränderung des Elastizitätsmoduls und des Dehnungskoeffizienten nach der Verlegung zu berücksichtigen; die Elektrizitätswerke möchten ihre diesbezüglichen Meßergebnisse mitteilen. Es sollen ferner die Versuchsbedingungen, z. B. Befestigung der Leiterenden, einheitlich festgelegt werden, desgl. die Formel zur Berechnung des Elastizitätsmoduls der aus verschiedenen Werkstoffen bestehenden Seile.

Schließlich wurde beschlossen, dem Verwaltungsrat die Bildung zweier neuer Arbeitsausschüsse vorzuschlagen, die sich mit folgenden Fragen befassen sollen: 1. Allgemeines, Leitungsschwingungen, Windbeanspruchung, Betriebstemperatur, 2. Maste und Mastfundamente.

Gruppe 25. Rauhreif und Eislast.

Gruppenberichter: Wald (Tschechoslowakei).

Berichte:

201. SOFINA (Belgien): „Einfluß von Rauhreif und Schnee auf Kraftübertragungsleitungen."
207. Barray (Frankreich): „Ergebnis der durch die CIGRE veranlaßten inernationalen Rundfrage über Rauhreif an Freileitungen."
208. Margoulies (Belgien): „Rauhreifniederschlag auf Freileitungen."
211. Artini (Italien): „Betriebserfahrungen aus Italien über Rauhreifniederschlag auf Freileitungen."
212. Uyeno und Matsuoka (Japan): „Störungen durch Schnee an einer 154 kV-Leitung des Elektrizitätswerkes Nippon, vorbeugende Maßnahmen."
213. Miyahara (Japan): „Schneeschäden an einer Übertragungsleitung der Electric Light Company Tokio."
230. Darrieus (Frankreich): „Erfahrungen über Eislastabwurf und plötzlichen Leiterbruch auf einer neuen 150 kV-Leitung."
231. Wald (Tschechoslowakei): „Einfaches Verfahren zur Bestimmung der Eislast."
233. (siehe Gruppe 28).
238. Strand (Norwegen): „Neue Vorrichtung zur Beseitigung der Schnee-, Eis- und Rauhreifbildung auf Freileitungen."
246. Matthias (Deutschland): „Berücksichtigung der Rauhreif- und Eislast an Hochspannungsleitungen nach den Forschungsergebnissen und den Bau- und Betriebserfahrungen deutscher Elektrizitätswerke."
258. Brock (Österreich): „Die Rauhreifkatastrophe an den Leitungsanlagen der Newag, Niederösterreichische Elektrizitätswirtschafts-AG. im Winter 1932/33."

Eine Rundfrage der CIGRE (207) über Rauhreifbehang auf Freileitungen ist von 41 Elektrizitätswerken bzw. -gesellschaften aus acht Ländern beantwortet worden. Dabei ergab sich, daß die stärksten Eislastbildungen fast überall im Winter 1933/34 festgestellt wurden. Die größte beobachtete Zusatzlast betrug bei Höhen bis zu 300 m über N. N. etwa 2,5 kg/m, in Österreich wurden jedoch in der Donauebene Werte bis zu 30 kg/m festgestellt. Die Zusatzlast nimmt mit der Höhenlage zu, die

höchsten bisher beobachteten Werte wurden zu 50 kg/m, der größte Durchmesser des Behanges zu 35 cm angegeben, die Dichte hängt von der Struktur (Rauhreif, Schnee, Glatteis) ab, hierfür werden Werte von 0,13 bis 0,9 kg/dm³ genannt. Rauhreif bildet sich bei nebligem Wetter und Lufttemperaturen unter 0 ° in windgeschützten Tälern und in sumpfigen Ebenen geringer Höhenlage; Wind ist hierbei für die Rauhreifbildung nicht erforderlich. In größeren Höhenlagen (über 500 m) scheint gemäßigter und starker Wind die Rauhreifbildung zu begünstigen. Quer zur vorherrschenden Windrichtung gerichtete Leitungen scheinen dabei stärker gefährdet zu sein. Eisnadeln und fahnenförmiger Behang treten an den Leitungen entgegen der Windrichtung auf. Ein Einfluß vom Werkstoff und Querschnitt auf die Rauhreifbildung wird im allgemeinen verneint, die vorbeugende Wirkung von Fettüberzügen ist umstritten.

Durch Rauhreif- und Eislastbehänge entstandene Schäden sind: Brüche von Leitern, Isolatoren, Abspann- und Tragklemmen sowie Kurzschlüsse zwischen ungleich belasteten Seilen verschiedener Leiter. Als Abhilfsmaßnahmen werden erwähnt: Verringerung der Spannweiten, Herabsetzung der Zugspannung, Vermehrung der Abspannmasten, Verstärkung der Tragmasten, waagerechte Anordnung der Seile und Vergrößerung der Seilabstände, mechanische Abstreifverfahren, Leiterbeheizung. Hierbei wird auf die Gefahr aufmerksam gemacht, daß bei Stahl-Aluminium-Seilen die Verbindungsstellen durch die erhöhte Stromdichte beim Heizen leicht beschädigt werden können. Schließlich wird auf die bei leitungsgerichteter Hochfrequenztelephonie auftretenden Störungen hingewiesen, die nach deutschem Vorschlag durch Erhöhung der Leistung der Hochfrequenzgeräte vermieden werden können.

Der Bericht der SOFINA (201) gibt zunächst einen Überblick über die verschiedenen Arten des Rauhreifniederschlages, über die im Schrifttum bekannten und auch selbst beobachteten Werte der Dichte, des Gewichts je Längeneinheit und Durchmesser des Behanges sowie über die durch Eislast möglicherweise entstehenden Schäden, wobei Beobachtungen aus dem Winter 1934/35 berücksichtigt werden. Nach einem Vergleich der in den einzelnen Ländervorschriften enthaltenen Berechnungsarten zur Berücksichtigung der Eislast werden die einzelnen bereits im Bericht (207) angedeuteten Abhilfsmaßnahmen besprochen sowie Richtlinien zur Rauhreifbekämpfung für die der SOFINA angeschlossenen Werke gegeben.

Der italienische Bericht von Artini (211) bestätigt die auch in anderen Ländern gemachten und im Sammelbericht (207) enthaltenen Erfahrungen über Witterungseinflüsse, örtliche Verhältnisse, Höhenlage usw., die das Auftreten von Rauhreif begünstigen. Die Abhilfsmaßnahmen werden im einzelnen besprochen.

Margoulies (208) berichtet über Kurzschlußschäden, die im Winter 1934/35 an einer 150 kV-Leitung durch Zusammenschlagen von zwei 5 m untereinander angeordneten, aber nur 0,5 m seitlich versetzten Leitern infolge ungleichen Behanges entstanden sind. Außerdem traten beim Abwurf der Eislast durch Zurückschlagen des Leiters Isolatorenbrüche einer Hängekette sowie Erdschluß ein.

In diesem Zusammenhang interessiert der Bericht (258) von Brock über die Rauhreif- und Eisbildung im nördlich der Donau gelegenen 20 kV-Netz der NEWAG, Dezember 1932, die zu starken Beschädigungen der Isolatoren, Leitungsbrüchen, Verbiegen von Abspannmasten und Bruch von Holzmasten führte. Abhilfsmaßnahmen: Verstärkung der Mastfundamente und Isolatorstützen, Verringerung der Spannweiten der Holzmasten auf 60 m, Vergrößerung der Leiterabstände und des Seilquerschnittes.

Uyeno und Matsuoka (212) berichten über die Abheizung von Rauhreifbehängen auf einer besonders gefährdeten 154 kV-Doppelleitung, indem mittels Heizumspanner im Kurzschluß ein Strom von 400 A für 20 bis 30 min über die eine während dieser Zeit außer Betrieb genommene Leitung geschickt wurde; die abgeheizte Leitungsstrecke betrug 90 km, der Querschnitt des Stahlaluminiumseiles rd. 200 mm². Außerdem traten Beschädigungen im gleichen Gelände an Mastfüßen durch Schnee- und Eisstauungen bei der Schneeschmelze auf. Über Schneeschäden an einer anderen japanischen 154 kV-Leitung berichtet Miyahara (213). Durch Lawinen und statischen Schneedruck traten Mastbrüche auf; in Zukunft werden Mastfüße ohne waagerechte Streben ausgeführt; durch Rauhreifbehang entstanden ferner Leiterbrüche und infolge der ungleichmäßigen Belastung der einzelnen Leiter Kurzschluß durch Zusammenschlagen der Seile, ferner gelegentliche Überschläge durch Schneeablage an verschmutzten Isolatoren.

Darrieus (230) berichtet über gute Betriebserfahrungen mit einer besonderen Mastbauart mit zwei beweglichen Stützen, auf denen der Mastkopf mit Kugellagerung befestigt ist. Diese in einem 150 kV-Netz in Südfrankreich eingebauten Maste sollen sich bei Eislastabwurf und plötzlichen Belastungsstößen infolge ihrer Elastizität gut bewähren, wie durch Versuche vor Inbetriebnahme nachgewiesen wurde.

Strand (238) beschreibt eine mechanische Schneidevorrichtung, mit der man die unter Spannung stehende Leitung selbst von starkem Eisbehang befreien kann, allerdings müssen beim Umsetzen dieser Eisschneidevorrichtung von einem Spannfeld ins andere die Masten bestiegen werden.

Wald (231) gibt eine theoretische Vorausberechnung des Eislastgewichtes in Abhängigkeit von der Zeit, auf Grund vorheriger Messungen des Behangdurchmessers an Probestäben. Der Zusammenarbeit der Elektrizitätswerke mit den meteorologischen Dienststellen im Sinne einer Rauhreifvorhersage wird größter Wert beigemessen.

Der Bericht (246) von Matthias enthält die seit einem Jahrzehnt gesammelten Erfahrungen der deutschen Elektrizitätswerke über Rauhreif und Eislast auf Freileitungen. U. a. wird berichtet über den Zusammenhang zwischen Seildurchmesser und Zusatzlast sowie über die Einflüsse der Höhenlage und die meteorologischen Bedingungen für starkes und häufiges Auftreten von Rauhreif. Sodann werden Gesichtspunkte für die Berücksichtigung der Zusatzlast beim Leitungsentwurf bezüglich Mastausführung und Mastabstand, Seilwerkstoff u. dgl. gegeben. Schließlich werden die zusätzlichen Schutzmaßnahmen, wie besondere Aufhängeklemmen, Seilentlastung, Zugfeder, sowie künstliche Heizung der Leitung mit entsprechenden Zahlenangaben angeführt und die verschiedenen Einrichtungen für mechanische Behangbeseitigung aufgezählt. Die hier gegebenen Betriebserfahrungen decken sich im allgemeinen mit den von ausländischen Stellen vorliegenden [vgl. Bericht Barray (207)].

In der Aussprache wurden u. a. folgende Punkte erörtert: 1. Meteorologische Verhältnisse. Hier wurde der Wunsch ausgesprochen, daß die meteorologischen Dienststellen aller Länder den Gesellschaften für elektrische Energieübertragung ihre Erfahrungen zur Verfügung stellen sollen. Systematische Untersuchungen über Rauhreifbildung sind erwünscht.

2. Bildung von Rauhreif und Eislast. Die Bedingungen hierfür wurden von zahlreichen Diskussionsrednern erörtert, wobei der Einfluß der Höhenlage und der geobotanischen Grenzen auf die Begünstigung der Rauhreifbildung erwähnt wurden.

3. Schäden durch Rauhreif. Die Aussprache ergab, daß in sehr vielen Fällen bei Höchstspannungsleitungen keine Schäden auftreten, wogegen Mittelspannungsleitungen gefährdet erscheinen, insbesondere sind aber bei Fernsprechleitungen häufig Zerstörungen aufgetreten.

4. Schutzmaßnahmen während der Eislastbildung. Die verschiedenen Schutzmaßnahmen, entweder mechanischer Art (Abstreifen der Leiter) oder elektrischer Art (Stromüberlastung und Heizen der Leitungen im Kurzschluß) werden ausführlich erörtert.

5. Vorbeugende Maßnahmen. Abgesehen von der Festlegung eines möglichst hohen Sicherheitsgrades der Leitungen scheint die Entwicklung dahin zu gehen, die Leitungsanlage möglichst elastisch zu gestalten, Schwenkausleger zu verwenden oder vollständig elastische Leitungen mit nachgiebigen Masten vorzusehen, wie sie z. B. Darrieus (230) beschreibt.

Gruppe 26. Freileitungsmaste.

Gruppenberichter: Jobin (Schweiz).

Berichte:

235. Ramelot und Dussart (Belgien): „Umbau einer auf Stützenisolatoren verlegten 50 kV-Freileitung zur Verwendung bei 70 kV mit Kettenisolatoren."

239. West (Frankreich): „Eisenbetonmasten (Praktische Erwägungen)."
240. Bidault und Valensi (Frankreich): „Überquerung der Seine zwischen Port-Jérôme und Quillebeuf durch Freileitung."
251. Szilas und Tevan (Ungarn): „Überquerung der Donau in Ungarn durch eine Leitung großer Spannweite."
254. Siehe Gruppe 22.
257. Székely (Ungarn): „Überquerung der Donau in Jugoslawien durch eine Leitung großer Spannweite."

Unter den Berichten 240, 251 und 257, welche die Überkreuzung von Flußläufen durch Freileitungen behandeln, ist besonders die Beschreibung der Seineüberquerung (Bericht 240) erwähnenswert. Hierbei handelt es sich um eine 30 kV-Drehstromleitung mit Erdseil (Bronzeseil), einer Spannweite von 543 m und den außerordentlichen Masthöhen von 113 m bzw. 95 m. In diesem sowie in den beiden ungarischen Berichten 251 und 257 werden die allgemeinen Grundlagen für die Bemessung und Ausführung der Masten, Fundamente, Isolatoren, Leitungsseile sowie die Montage ausführlich beschrieben. Bei den Donaukreuzungen (60 kV in Ungarn und 33 kV in Jugoslawien), die mit Stahlseil ausgerüstet sind, wurden die Freileitungs- und Isolatorenprüfvorschriften des VDE zugrunde gelegt; einen großen Teil der Isolatoren lieferte die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. In der Erörterung wurde über die Verwendbarkeit von Stahl- oder Bronzeseilen bei den großen Flußkreuzungen, ferner über die Wirtschaftlichkeit der Überquerung mit Freileitungen im Vergleich zur Verwendung von unterirdisch verlegten Kabeln (Ägypten) gesprochen.

West (239) berichtet über Beschädigungen und Zerstörungen an Eisenbetonmasten einer 70 kV-Freileitung, die auf ungeeignete Formgebung, ungenügende Haftung des Betons am Eisen und mangelhafte Widerstandsfähigkeit des Materials gegen Feuchtigkeit zurückgeführt werden. In der Erörterung kam zum Ausdruck, daß mit Betonmasten in Belgien, Italien und Spanien während einer langjährigen Betriebszeit gute Erfahrungen gemacht wurden. Voraussetzung für die Bewährung des Betons ist eine sorgfältige Überwachung des Aufbereitungsvorganges.

Gruppe 27. Isolatoren.

Gruppenberichter: van Cauwenberghe (Belgien).

Berichte:

219. van Cauwenberghe und Bettendorf (Belgien): „Der elektrische Überschlag zwischen Nadeln bei Atmosphärendruck und der Einfluß der Luftfeuchtigkeit."
223. John und Clark (England): „Berechnung des Oberflächenwiderstandes von Freileitungsisolatoren."
225. Bogdanovitch (UdSSR): „Indirektes Verfahren zur Bestimmung des Entladeverzuges mittels geeichter Funkenstrecken."
226. Machkilleisson (UdSSR): „Empirische Formeln für den Entladeverzug von Isolatoren und Funkenstrecken, abhängig von der angelegten Spannung."
232. Koshuchow (UdSSR): „Überschlagsprüfungen von Isolatoren unter Regen."
233. Siehe Gruppe 28.
234. Kharizomenov (UdSSR): „Alterung von Hängeisolatoren russischer Hochspannungsleitungen."
241. Dennhardt (Deutschland): „Ursache und Messung der hochfrequenten Störfähigkeit von Isolatoren."
248. Imhof (Schweiz): „Gesichtspunkte für die Auswahl von Durchführungsisolatoren."
253. van Cauwenberghe (Belgien): „Bericht über die Arbeiten des Isolatorenausschusses."
260. Drewnowski (Polen): „Betrachtungen über die Verfahren zur Messung des elektrischen Feldes bei Hochspannungsisolatoren unter Betriebsbedingungen."
261. Doble (V. S. Amerika): „Betriebsmäßige Isolationsprüfungen durch Messung der Verluste und des Leistungsfaktors."
263. Doble (V. S. Amerika): „Periodische Prüfungen an unter Spannung stehenden Isolatoren in den V. S. Amerika."
304. Siehe Gruppe 35.
331. Siehe Gruppe 38.

Der Bericht 219 behandelt die im Hochspannungsinstitut der Universität Brüssel durchgeführten Untersuchungen über Entladungen zwischen Nadeln bei Gleich- und Wechselspannung, wobei der Einfluß der Luftfeuchtigkeit berücksichtigt wird. Für die einzelnen Entladungsformen werden neue Begriffsbestimmungen vorgeschlagen. Die Messungen selbst stimmen vorzüglich mit den von W. Weicker schon in den Jahren 1909/1910 gefundenen Ergebnissen überein. Es ergibt sich die Frage, ob die Nadelfunkenstrecke bei Überschlagsversuchen neben der Kugelfunkenstrecke benutzt werden sollte.

John und Clark (223) geben ein Verfahren zur angenäherten Berechnung des Oberflächenwiderstandes an, indem man den Isolator in eine Anzahl stereometrisch einfacher Körper (Zylinder, Hohlzylinder, Kegelstumpf, Kugelzone, Toroid) zerlegt und den Widerstandsfaktor durch einfache Integration findet. Für die gängigsten Isolatortypen genügt die Zerlegung in Kegelstümpfe. Die Kenntnis des Oberflächenwiderstandes ist wichtig für die Verwendung von Isolatoren in Gegenden mit starkem Staub oder Salzniederschlag. Im Hochspannungsinstitut von Prof. Smouroff (Leningrad) ist ein indirektes Verfahren (Bericht 225) zur Bestimmung der Stoßüberschlagsverzugs-Kennlinien von Funkenstrecken und Isolatoren entwickelt worden, das den Kathodenoszillograph (K. O.) entbehrlich macht. Abhängig von der Schlagweite einer im Stoßkreis parallel zum Prüfling gelegten Hörnerfunkenstrecke wird die Spannung des Stoßgenerators aufgetragen, bei der die Hälfte der Überschläge an der Hörnerfunkenstrecke und am Prüfling auftritt. Vorher sind die Kennlinien für den Entladeverzug abhängig von der Generator- bzw. Stoßüberschlagspannung für die verschiedenen Schlagweiten der Hörnerfunkenstrecke mit dem K. O. bestimmt worden. Mit Hilfe dieser einmal für die einzelnen Wellenformen positiver und negativer Polarität mit K.O.-Aufnahme bestimmten Kennlinien läßt sich die Überschlagsverzugs-Kennlinie des Prüflings in der oben beschriebenen Weise indirekt ohne K.O. bestimmen; dabei haben Vergleichsversuche mit K.O. eine gute Übereinstimmung mit dem indirekten Verfahren ergeben. Im Bericht (226) ist eine einfache Formel für die Stoßüberschlagsverzugs-Kennlinie von Isolatoren und Funkenstrecken angegeben, die gute Übereinstimmung mit den mit K.O. ausgeführten Messungen zeigt. Der Gruppenberichter stellt zur Erörterung, ob es auf Grund der vorliegenden Untersuchungen bereits möglich ist, zur Aufnahme von Überschlagsverzugs-Kennlinien eine Verzögerungs-Funkenstrecke zu normen, die an Stelle des K.O. zu verwenden wäre. Bedenken bestehen zunächst bezüglich ihrer Anwendbarkeit auf sehr steile Stoßwellen, die das Meßergebnis fälschen können; es sind daher in dieser Hinsicht weitere Versuche erwünscht.

Der Bericht 232 gibt Anlaß zur Erörterung, ob, wie vom Verfasser behauptet, die Impedanz des Stromkreises Einfluß auf die Höhe der Regenüberschlagsspannung von Isolatoren hat. Weicker vertritt dabei die Ansicht, daß dieser Einfluß gegenüber der Abhängigkeit von den jeweiligen Versuchsbedingungen, insbesondere den atmosphärischen Verhältnissen und der Art der Beregnung, verschwindend klein ist; lediglich die Entladungsform könne von der Impedanz des Stromkreises in gewisser Weise beeinflußt werden.

Der Bericht 233 über Betriebserfahrungen in französischen 150 kV- und 220 kV-Netzen enthält Angaben über Betriebsausfälle von Hängeisolatoren der Kappen- und Schlingentype durch mechanische Beschädigung und durch Blitz. Der Gruppenberichter regt an, daß auch von anderen Stellen vergleichende Erfahrungen über das Betriebsverhalten von Ketten- und Schlingenisolatoren gesammelt werden möchten. Die gute Bewährung der Hewlettisolatoren wird dabei erwähnt. Im Anschluß hieran wird in der Aussprache die Frage der völligen Vermeidung von Isolatorschäden durch Verwendung von Schutzringen erörtert, die so ausgebildet sind, daß bei der Stoßprüfung im Fabrikprüffeld ein Überschlag zwischen Schutzring und Erde und nicht entlang der Kette erfolgt. Barray (Frankreich) und Ryle (England) berichten über gute Betriebserfahrungen mit Leitungen, die mit Schutzringen ausgerüstet waren. Zum Verhalten der Erdungsseile im Betrieb wird auf die in den einzelnen Ländern gemachten günstigen Erfahrungen mit galvanisierten Stahlseilen hingewiesen; der Frage der Korrosion ist jedoch besondere Beachtung zu schenken.

Im Anschluß an den Bericht (234) über Zerstörung von Isolatoren in einem russischen 110 kV-Netz, die zum

Teil auf die Porosität zurückgeführt wird, schlägt der Berichterstatter vor, in Ergänzung der bisherigen Fuchsindruckprobe mikroskopische Untersuchungen in den Vordergrund zu stellen. Diese Frage sollte nach Vorschlag des Gruppenberichters im Ausschuß für Isolatoren weiterbehandelt werden.

Imhof (248) gibt einen Überblick über die verschiedenen Typen von Durchführungsisolatoren, ihre Baustoffe und physikalischen Eigenschaften sowie ihre Eignung für die jeweiligen Betriebserfordernisse.

Bericht 253 enthält nähere Angaben über die Arbeiten des Isolatorenausschusses, dessen Beratungsergebnisse in vielen Fällen nutzbringend für die Arbeiten des IEC-Ausschusses für Isolatoren verwandt werden konnten. Z. Z. stehen folgende Fragen zur Erörterung:

Durchschlagprüfung unter Öl, Stoßprüfung, Nebelprüfung nach vorheriger Unterkühlung, Einfluß der Verschmutzung, Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagsspannung, Hochspannungsmessungen, Verzögerungsfunkenstrecke. Ein Teil dieser Fragen wurde in der anläßlich der diesjährigen Tagung der CIGRE stattfindenden Sitzung des Isolatorenausschusses weiter behandelt. Wertvolle Hinweise für die Praxis der Stoßprüfung, die zweckmäßige Ausrüstung von Stoßanlagen und viele Versuchsergebnisse enthält der englische Bericht 304 des National Physical Laboratory.

In dem Bericht 260 von Drewnowski interessieren hauptsächlich die Sonderverfahren zur Messung der Feldverteilung an Isolatoren bei Auftreten von Koronaentladungen durch Benutzung von Kompensationsschaltungen in Verbindung mit Verstärkerröhren. Beachtenswert ist die von Szpor angegebene Wanderwellenmeßbrücke, die mit Hilfe eines parallel zum Prüfling geschalteten Potentiometers und einer Neonlampe als Nullzeiger die Spannungsverteilung an der Isolatoroberfläche bei Beaufschlagung durch Stoßspannung zu messen gestattet.

Doble (261 u. 263) berichtet über die laufende Überwachung der Isolatoren im Betrieb mit Hilfe eines Apparates, der die Spannungsverteilung an den einzelnen Isolatoren im ordnungsgemäßen und beschädigten Zustand auf elektroakustischem Wege mit Kopfhörer zu beurteilen gestattet; ein anderes Verfahren zur Prüfung des Isolationszustandes der Netze besteht in einer Einrichtung zur Messung des Leistungsfaktors und des dielektrischen Verluststromes. Besondere Beachtung ist bei beiden Apparaten, die sich in den V. S. A. bewährt haben, den Sicherheitsmaßnahmen gegen Gefährdung des Bedienungspersonals gewidmet. Warrelmann berichtet in der Aussprache, daß in Deutschland einige Kraft- und Umspannwerke mit Antennen und Empfangsgeräten versehen sind, mit denen aus der Vergrößerung des Störfeldes nicht nur Rückschlüsse auf beschädigte oder in ihrer Überschlagsfestigkeit verminderte Isolatoren gezogen, sondern auch das Auftreten hochfrequenter Wanderwellen nachgewiesen werden konnte.

Der Bericht von Dennhardt (241) enthält Ergebnisse von Messungen der hochfrequenten Störfähigkeit von Isolatoren mittels Störmeßgerät. Die Störungen werden auf normale Sprühentladungen an den Armaturteilen zurückgeführt sowie auf Teildurchbrüche der hochbeanspruchten Luftspalte, z. B. zwischen Leiterseil- und Isolatoroberfläche. Verlustwinkelmessungen, die zum Vergleich angestellt wurden, ergaben, daß mit diesem Verfahren keine genügenden Anhaltspunkte für die Größe der Störfähigkeit der Isolatoren gewonnen werden können.

Besondere Beachtung verdient die Abhandlung 331, in der Austin (V. S. Amerika) über die Ergebnisse langjähriger Betriebserfahrungen mit Isolatoren für Funkstationen berichtet. Die bei der Beanspruchung dieser Isolatoren mit Hochfrequenz auch bezüglich der Störfähigkeit gewonnenen Erkenntnisse lassen sich vielfach für die Isolatoren von Kraft-Übertragungsleitungen normaler Frequenz verwerten, die ja im Betrieb häufig schnell veränderlichen Überspannungen mit stoßwellen- oder hochfrequenzähnlichem Verlauf ausgesetzt sind. Auf die günstigen elektrischen und mechanischen Eigenschaften ölgefüllter innerlich geheizter Isolatoren mit Holzkern wird besonders hingewiesen.

Gruppe 28. Verschiedenes.

Berichte:

233. Cabanes (Frankreich): „Erfahrungen beim Betrieb des 150 und 220 kV-Netzes der Société de Transport d'Energie du Centre."
252. Koechlin (Frankreich): „Überwachung und Unterhaltung der 220 kV-Leitung Kembs—Creney der Société Transélectrique."
264. Budeanu (Rumänien): „Bemerkung über Verzerrungserscheinungen in Hochspannungsanlagen."

Cabanes (233) berichtet über Betriebsunfälle in einer 150 und 220 kV-Leitung durch Isolatorenschäden und Erdseilbrüche, ferner über Beeinträchtigung der leitungsgerichteten Hochfrequenztelephonie durch Rauhreifniederschlag und starken Nebel. Die über diesen Bericht bereits in den Sitzungen anderer Gruppen ausgelöste Aussprache ergab, daß es wünschenswert wäre, wenn zur nächsten Volltagung weitere Unterlagen über Betriebsstörungen in Netzen und über dementsprechende Abhilfsmaßnahmen vorgelegt werden könnten. Der Bericht 252 enthält interessante Angaben über Organisation des Überwachungs- und Unterhaltungsdienstes einer 220 kV-Leitung.

(Schluß folgt.)

Zur Messung mit Kugelfunkenstrecken.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von **Johannes Claußnitzer**, Dresden.

621. 317. 7

Übersicht. Als Vorarbeit für die geplante Neueichung von Kugelfunkenstrecken wurden Messungen durchgeführt. Sie hatten hauptsächlich das Ziel, klarzulegen, inwieweit der Verlauf der Eichkurven durch die Toeplersche Knickstelle beeinflußt wird.. Wahrscheinlich sind die bisher beobachteten Unstimmigkeiten zum guten Teil darauf zurückzuführen, daß infolge Nichtbeachtung der Knickstelle den Eichlinien Zwang angetan worden ist. Darüber hinaus sind auch einige andere Punkte, die bei der Eichung von Einfluß sein können, in den Kreis der Untersuchung einbezogen worden.

Aufgabenstellung: Die vorliegende Arbeit[1]) befaßt sich, der Voraussetzung entsprechend, außer mit der wirklichen Gestalt der Spannungskurven damit, wie weit sich die Forderung nach einer Genauigkeit des Spannungswertes als Funktion der Schlagweite von 1 % erstens durch das Meßverfahren und zweitens durch die Veränderung der Meßanordnung verwirklichen läßt, und damit, ob sich diese Forderung bei Verwendung verschiedener Frequenzbereiche mit der natürlichen Streuung der Durchbruchspannung vereinbaren läßt.

Versuchsanordnung: Die Versuche wurden mit den im Institut für Hochspannungstechnik der T. H. Dresden zur Verfügung stehenden Mitteln[2]) durchgeführt. Spannungsquelle war ein Stufentransformator von Koch & Sterzel, Dresden, für 1 000 000 V effektive Spannung gegen Erde. In den Kreis war ein Schutzwiderstand von etwa 300 000 Ω dauernd eingeschaltet. Gesteuert wurde der dreistufige Transformator mit Hilfe eines Schubtransformators von 600 kVA. Laut Oszillogramm war die Nutz-

[1]) Die vorstehenden Untersuchungen wurden auf Anregung von Herrn Prof. Dr.-Ing. L. Binder zur Vorbereitung eines deutscherseits für die Internationale Elektrotechnische Kommission auszuarbeitenden Versuchsplanes [vgl. ETZ 56 (1935) S. 1164 und 1244] angestellt. Die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft, Hermsdorf i. Thür., stellte ihr Versuchsfeld zu Vergleichsversuchen zur Verfügung. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft verlieh dem Verfasser zur Durchführung dieser Arbeit ein Forschungsstipendium. Ihnen allen sei für die Förderung der Untersuchungen herzlichst gedankt.

[2]) L. Binder, ETZ 55 (1934) S. 481.

spannung des Stufentransformators bei der in Frage kommenden Belastung unterhalb der Anfangsspannung der angeschlossenen Funkenstrecken einwandfrei sinusförmig. Die beiden verwendeten Funkenstrecken waren parallel geschaltet. Diejenige mit den Kugelpaaren von einem Durchmesser $D = 25$ cm und $D = 50$ cm befand sich in einem Abstand von 2 m waagerecht über dem Erdboden und hatte einen Stützerabstand von etwa 2,50 m[3]). Der Durchmesser der Kugelschäfte lag zwischen 10 und 20 % der Kugeldurchmesser. Die Vergleichsfunkenstrecke mit $D = 100$ cm Dmr. stand senkrecht. Die untere Kugel (geerdet) stand fest, die obere hing an einem einstellbaren Aufzug. Die Zuleitungen zu den Funkenstrecken hatten einen Mindestabstand von $4\,D$ vom Schlagraum. Verwendet wurde aus Gründen der Versuchsdurchführung einpolige Erdung der Funkenstrecken über eine gemeinsame Erde. Die bei der Messung zugeschalteten Vorwiderstände von 2 bis 8 MΩ — zur Unterdrückung von Schwingungen sind zwischen 2 und 5 Ω/V erforderlich[4]) — lagen entweder zwischen Transformator und Verzweigung oder in der den beiden Strecken gemeinsamen Erde. Sie waren mit 2 Hängeketten mit insgesamt 13 Gliedern am Kran aufgehängt. Verwendet wurden Halbleiter- und Flüssigkeitswiderstände. Der Halbleiterwiderstand bestand aus Schieferplatten von je etwa 0,8 MΩ, der Flüssigkeitswiderstand aus hochdestilliertem Wasser, das in unglasierte Porzellanrohre von 1,50 m Länge und 20 mm lichter Weite gefüllt war. Die Widerstände waren so groß gewählt, daß der errechnete Spannungsabfall kleiner als 1 % war und möglichst noch Prasselfunken in den Schlagräumen überschlugen, selbst auch bei großen Schlagweiten. Kontrollversuche mit kräftigen Funkenentladungen konnten im Hochspannungsversuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg Isolatorengesellschaft in Hermsdorf/Thür. durchgeführt werden.

Meßverfahren: Das Meßverfahren ist das gleiche, das von Max. Toepler und Verfasser bereits angewendet worden ist[5]). Es besteht im Schlagweitenvergleich der Durchbrüche an parallelgeschalteten Kugelfunkenstrecken mit verschiedenen Durchmessern, auf die gleiche Durchbruchspannung bezogen. In ihm vereinen sich folgende Vorteile: Zunächst sind die dabei gemessenen Schlagweitendifferenzen verschiedener Kugelpaare untereinander praktisch frei vom Einfluß des Luftdruckes und der Luftfeuchtigkeit, da sich dann nur der Absolutwert der Spannung, nicht wesentlich aber das Verhältnis der Schlagweiten verschiedener Strecken bei dieser Funkenspannung zueinander verändert, wenn der Unterschied der Durchmesser bei der Messung nicht zu groß gewählt wird. Dadurch kommen die Funkenspannungskurven für verschiedene Durchmesser D als Parameter zueinander in ein richtiges, in den bisherigen Tafeln unrichtiges Verhältnis. Ferner sind die Schlagweiten und ihre Differenzen genauer meßbar als die entsprechenden Spannungen und deren Differenzen, da mit wachsender Schlagweite das Verhältnis der Spannungsänderung zur Schlagweitenänderung gegen Null geht. Sind die Schlagweitenunterschiede Δs bekannt bzw. gemessen, so braucht zur eigentlichen Spannungseichung nach dem in der Voraussetzung Gesagten nur der Verlauf einer einzigen Spannungs-Schlagweiten-Funktion, nämlich für $D = \infty$ oder ebene Platten bestimmt werden, falls man beim Schlagweitenvergleich das größere Kugelpaar so gewählt hat, daß seine Schlagweiten stets kleiner als die zugehörige Schlagweite s_k in Tafel 1 bleiben. Die Spannungskurven sind demnach in einfacher Weise zu erhalten, wenn sie nicht auf die Spannungsordinate bezogen werden, sondern mit Hilfe von Δs auf die neue Koordinate U als Funktion der Schlagweite für ebene Elektroden $[f(s_{D=\infty})]$.

Tafel 1. $s_k = f(D)$ bei einpoliger Erdung und Wechselspannung von 50 Hz.

D cm	s_k cm
2	0,90
5	2,05
10	3,65
15	5,00
25	7,15
50	11,00
75	14,15
100	17,00

Anmerkung zur Tafel 1. s_k ist in Abb. 1 und 2 der Schnittpunkt der dargestellten Funktion mit der Ordinate.

Um den möglichen Einfluß von Schwingungen zu erkennen, die, durch die Entladung der einen Strecke hervorgerufen, die andere mitreißen können, wurde folgendermaßen verfahren: Einmal wurden die Grenzen des Schlagweitenbereichs, in welchem die Entladung von der einen Strecke zur anderen überwechselt, nach dem Einbrennen[6]) der Strecken dadurch ermittelt, daß die Schlagweite der kleineren Strecke fest eingestellt und die andere so oft vergrößert oder verkleinert wurde, bis die Entladung von der einen zur anderen überwechselte; nach jeder Entladung wurde eine bestimmt bemessene Pause eingelegt. Nur die Entladung galt als brauchbar, welche sofort mit einem scharfen Knall einsetzte. Es erwies sich als nötig, nicht den mittleren Schlagweitenwert allein zu bestimmen, sondern mehr noch die beiden Grenzen zu beobachten, innerhalb deren die Werte lagen, um ein genaues Bild zu erhalten. Der Abstand der Grenzen läßt sich nur bei Schlagweitenvergleich, nicht aber bei Vergleich der Funkenschlagweite mit einem spannunganzeigenden Instrument ermitteln. Ein anderes Mal wurde die Überschlagspannung auf der Primärseite an einem Spannungszeiger ohne Berücksichtigung ihres Absolutwertes auf demselben Ablesewert am Meßgerät konstant gehalten und die Schlagweitenmessung für diese konstante Spannung für jedes Kugelpaar getrennt durchgeführt, wobei das andere Kugelpaar weit auseinandergezogen war. Betrug der Vorwiderstand größenordnungsmäßig 2 bis 5 Ω/V, waren wesentliche Unterschiede nicht festzustellen, außer denen, die durch die grundsätzliche Verschiedenheit des Verfahrens ihre Erklärung finden. Somit war eine Fälschung durch Schwingungen nicht zu befürchten.

Wesentlich ist die Art des Einschaltens der Spannung[7]): Plötzliches Einschalten muß vermieden werden; das Steigern der Spannung darf nur von Spannungswer-

[3]) Große Stützerentfernungen, großer Abstand der Zuleitungen vom Schlagraum und des Schlagraumes vom Erdboden sind für genaue Messungen wesentlich und können nie zu groß gewählt werden. Als Mindestabstand (schädlicher Raum) sind Entfernungen von 2,5 D anzusehen. Hierin bedeutet D den Durchmesser der Kugeln der betreffenden Funkenstrecke. Beispielsweise ergaben Messungen von R. Weicker, die er dem Verfasser freundlichst zur Verfügung gestellt hat, in einem besonderen Fall folgende Abhängigkeit der Funkenspannung U vom Bodenabstand h der Mittelpunktachse der 25 cm-Kugelfunkenstrecke:

h m	U kV
1,24	295
1,48	299
1,88	309
2,26	315

Es empfiehlt sich deshalb, bei einpoliger Erdung Funkenstrecken mit senkrechter Mittelpunktachse zu verwenden, da so der „schädliche Raum" leichter frei zu halten ist.

[4]) Vgl. VDE-Sonderdruck 365, veröffentlicht ETZ 47 (1926) S. 594 u. 862.

[5]) Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219, u. Z. techn. Physik 13 (1932) S. 386. J. Claußnitzer, ETZ 54 (1933) S. 911.

[6]) Max. Toepler, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 429.

[7]) Die durch den Einschaltvorgang sowohl unterhalb als auch oberhalb der Knickstelle ausgelösten Funken zeigten anderes Verhalten: Sie überbrückten z. B. die zu gleicher Wechselspannung gehörige kleinere Schlagweite des großen Kugelpaares ($D = 1$ m) (unterhalb s_k die gleiche) leichter als die entsprechende große Schlagweite des kleineren Paares ($D = 25$ bzw. 50 cm). Daraus ist zu erkennen, daß die Durchbruchspannung offenbar von der zum Feldumbau zur Verfügung stehenden Zeit auch bei der sogenannten Anfangsspannung abhängt: bei Gleichspannung die volle notwendige Zeit, d. h. die Zeit während der Spannungssteigerung, bei Wechselspannung weniger, bei Stoßspannung keine Zeit zum Umbau des statisch zu errechnenden Feldes. Dementsprechend unterscheiden sich die Streuungen der Durchschlagswerte auch bei Belichtung schon bei Gleich- und Wechselspannung in charakteristischer Weise, wie noch gezeigt wird, ebenso der Einfluß der Hysteresewirkung der vorhergehenden Entladung. Diesem Gesichtspunkt ist bei Eichungen Rechnung zu tragen.

ten aus erfolgen, welche nicht mehr als 20 % der Überschlagspannung betragen. Sonst fälschen die durch den Spannungsstoß des Einschaltvorganges ausgelösten Vorentladungen die Messung durch ihre Hysteresewirkung erheblich. Das Steigern der Spannung darf, wenn eine stufenlose Regelung nicht möglich ist, nur langsam und in kleinen Stufen erfolgen. Bis zum Erreichen des Endwertes sollen mindestens 30 s verstreichen. Nach jeder Entladung erwies sich eine Pause von mindestens 1 min bis zur nächsten als notwendig, da sonst Nachwirkungserscheinungen von der vorhergehenden Entladung her auftreten. Diese Vorsichtsmaßregeln genügen für Durchbruchspannungen bis 700 kV Scheitelwert bei Wechselspannung von 50 Hz.

Abb. 1. Schlagweitendifferenzen für gleiche Wechselspannungen, 50 Hz, einpolig geerdet: Funkenstrecke mit $D = 25$ cm parallel zu F. mit $D = 100$ cm, an verschiedenen Tagen gemessen [vgl. dazu: Gleichspannung, ETZ 54 (1933) S. 911, Zahlentafeln]. Bei zwei Kurven Gebiet physikalischer Mehrdeutigkeit schraffiert.

Abb. 2. Schematische Darstellung der Schlagweitendifferenzen und ihrer Streuungen für gleiche Wechselspannungen, 50 Hz, einpolig geerdet: Funkenstrecke mit $D = 50$ cm parallel zu F. mit $D = 100$ cm [mehrmals gemessen an verschiedenen Tagen, vgl. dazu: Gleichspannung, ETZ 54 (1933) S. 911, Zahlentafeln].

M e ß e r g e b n i s s e: Es kommt also bei der Funkenstreckeneichung zunächst auf die Messung der Schlagweitendifferenz Δs für 2 Kugeldurchmesser D_1 und D_2 für die gleiche Spannung U an.

F ü r G l e i c h s p a n n u n g ergibt sich[8]) bis zur Schlagweite s_k, die der Toeplerschen Knickstelle entspricht, die Schlagweitendifferenz Δs zu Null, d. h. die Durchbruchspannung ist bis zur Toeplerschen Knickstelle vom Durchmesser D weitestgehend unabhängig[9]). Bis zur Schlagweite s_k wird die Durchbruchspannung einheitlich für alle Durchmesser von der Durchbruchspannung an ebenen Platten beschrieben.

F ü r W e c h s e l s p a n n u n g t e c h n i s c h e r F r e q u e n z zeigen die Abb. 1 und 2 die Versuchsergebnisse an Kugelpaaren mit 100 cm Dmr. parallel zu solchen mit 25 cm und 50 cm. Sie weichen von denen bei Gleichspannung dadurch ab, daß die Differenzen Δs von kleinsten Schlagweiten bis zum Wert s_k nicht Null, sondern zunehmend, in der Nähe von s_k besonders stark negativ sind. Die größten gemessenen Differenzen sind jedoch bei weitem nicht so stabil wie die kleinsten, welche fast ebenso wie die bei Gleichspannung gemessenen annähernd Null sind. Zwischen beiden Grenzen befindet sich ein in Abb. 1 und 2 schraffiert gezeichnetes Streugebiet, dessen Schwerpunkt nach den kleinen Differenzen zu liegt. Seine besondere Ausdehnung bei der Schlagweite s_k kann deshalb als die Streuung in einem Übergangsgebiet zwischen zwei Arten des Durchbruchs angesehen werden, besonders nach Abb. 1. Diese negativen Differenzen entsprechen nicht der Überschneidung der Spannungsfunktion für große Durchmesser D durch die für kleines D, wie sie die Peeksche Formel für kleine Schlagweiten in ähnlicher Weise verlangt, wie es der mit eingezeichnete Differenzverlauf der auf den Peekschen Formeln aufbauenden VDE-Kurven darstellt; denn der gemessene Verlauf besitzt eine der Theorie entgegengesetzte Krümmung im Gebiet negativer Schlagweitendifferenzen.

Abb. 3. Die prozentuale Streuung der Schlagweitendifferenz $\Delta s_{25/100} = (s_{25} - s_{100})$ bzw. der Schlagweite s_{25} allein als Funktion der durch s_{100} ausgedrückten Funkenspannung.

Abb. 3 erläutert diese physikalisch bedingte Streuung näher: Dargestellt ist die bei einer festen Spannung, ausgedrückt durch die Schlagweite s_{100} der 100 cm-Kugelfunkenstrecke, mögliche Streuung d der gemessenen Schlagweitendifferenz Δs als Bruchteil der kleinsten Schlagweite des kleineren Kugelpaars. Dieser Verlauf verliert seinen Charakter durch Bestrahlung der Strecke mit ultraviolettem Licht nicht. Diese Streuung hat mit einer für die Art der Messung bezeichnenden Fehlerkurve nichts zu tun und hängt allein von den Vorgängen im Schlagraum ab. Sie zerfällt in zwei voneinander unabhängige, mit der Schlagweite s abklingende Kurvenzüge, welche sich bei dem Werte s_k durch ein Übergangsgebiet hindurch und mit dem Maximum einer scheinbar einheitlichen Funktion ablösen. Je größer der Durchmesser D ist, desto weitreichender wird derselbe Kurvenzug zwischen den Ordinaten Null und s_k. Die Kurvenstücke sind ebenso fast unabhängig von den möglichen Abänderungen der Meßanordnung; allein der Übergangsbereich verschiebt sich etwas.

Aus den Abb. 1 bis 3 geht somit hervor, daß die mögliche Genauigkeit einer Eichtafel von der Funkenentladung selbst in verschiedenen Schlagweitenbereichen verschieden bestimmt wird und von der Frequenz der gemessenen Spannung abhängig ist. Im allgemeinen kann eine Genauigkeit der Tafeln von 1 % danach nur in beschränkten Schlagweitengebieten erreicht werden. Tafel 1 gibt die vom Verfasser bei einpoliger Erdung bei technischer Wechselspannung gemessenen Toeplerschen Knickstellen für Kugeldurchmesser von 2 bis 100 cm wieder.

Zeigte sich unterhalb der Knickstelle s_k kein Einfluß von Veränderungen an der Meßanordnung auf die Schlagweitendifferenz Δs, so war ein solcher um so auffallender oberhalb, wie Abb. 4 darstellt. Diese Darstellung wurde aus den gemessenen Δs-Werten nach dem angegebenen Verfahren durch Bezugnahme auf die Funktion $U_{100} = f(s)$ als Ordinate erhalten, für welche die VDE-Eichkurve gewählt wurde. Hieraus sind die Spannungs-

[8]) J. Claußnitzer, wie Fußnote 3.
[9]) J. Zenneck: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, S. 478, Tabelle IX, Bild 469. Stuttgart: Ferd. Enke 1913.

verhältnisse zu übersehen. Es ergab sich, daß die Werte für Δs bedeutend kleiner wurden, wenn der Vorwiderstand aus Schieferplatten von der Erdseite auf die Spannungsseite des Streckenpaares gelegt wurde. Der Unterschied wurde um so größer, je größer der Widerstand gemacht wurde und je dünner die Zuleitungen waren. Ein etwaiger Einfluß auf die Spannung fällt heraus, da für beide Strecken die Durchschlagspannung dieselbe war. Dieses Ergebnis wurde dadurch um so überraschender, als ultraviolette Belichtung daran nichts merklich änderte. Um zu bestimmen, welche Funkenstrecke dafür verantwortlich war, wurde das kleinere Kugelpaar mit einem zwölfsprossigen Zylinderkäfig aus 30 mm starkem Messingrohr umgeben, welcher einmal mit dem spannungführenden, das andere Mal mit dem geerdeten Pol verbunden wurde. Dadurch wurden wieder, bis auf die größten Schlagweiten, große Werte für Δs erzielt. Danach lag die Ursache bei der kleineren Funkenstrecke, wie auch zu erwarten war, da für die große mit $D = 100$ cm auch in anderen Fällen unterhalb der Knickstelle derartiges Verhalten auf irgendwelche Einflüsse nicht die Regel zu sein schien. Somit entsprechen die kleinen Differenzen höheren Spannungen für $D = 25$ bzw. 50 cm oberhalb ihrer Knickstellen. Die Vermutung, daß es sich dabei um auf den Zuleitungen ausgelöste Störungen handeln könnte — unmittelbare Sprühwirkungen auf den Schlagraum dürften bei den großen Entfernungen, dem nicht nachweisbaren Einfluß der Bestrahlung und dem fehlenden Vorteil der Streckenaufstellung in der Verlängerung der spannungführenden Leitung nicht anzunehmen sein —, erscheint durch die Wiederholung der Messung mit den bereits erwähnten Wasserwiderständen bestätigt, da hierbei der Schaltort der Widerstände ohne Einfluß war und sich die eindeutigen Werte in Abb. 5 ergaben, trotzdem diese Widerstände zusammen etwa 6 MΩ betrugen. Die Anwendung dieses Ergebnisses bietet somit ein Kriterium für die Sauberkeit der Anordnung.

Abb. 4 zeigt noch, daß sich alle Störungen auf die Funkenstrecke in einer Parallelverschiebung der Spannungskurve oberhalb der Knickstelle zu sich selbst auswirken. Dadurch verschiebt sich zwangsläufig auch die Lage der Knickstelle, mit den Koordinaten s_k/u_k, im Sinn der Spannungsverschiebung oberhalb von s_k. Das gleiche Verhalten geht z. B. aus der abnehmenden Schlagweite der größten Belichtungswirkung bei zunehmender Elektrodenanfressung hervor, welche oberhalb s_k die Funkenspannung erniedrigt[10]). Die Schlagweite der Knickstelle ist demnach nicht unveränderlich, so daß die Werte der Tafel 1 nur ungefähr ihre Lage, wenn auch in engen Grenzen, angeben.

Schieferwiderstand von 6 MΩ
I Drahtleitung (Litze) 3 mm Dmr., 6 MΩ auf Spannungsseite
I' „ „ 3 „ „ 6 „ „ Erdseite
II Rohrleitung 30 mm Dmr., sonst wie *I*
II' „ 30 „ „ „ „ *I'*
III u. *III'* wie bei *I*, *I'*, *II*, *II'*, jedoch mit Käfig von 120 cm Dmr.

Abb. 4. Fälschung der Meßergebnisse Δs durch fehlerhafte Apparatur bei Wechselspannung, 50 Hz und einpoliger Erdung.

Gleitfreier Wasserwiderstand von 6 MΩ, sonst:
IV wie die Anordnung *II*, *II'* in Abb. 4

Abb. 5. Die Durchbruchspannung für $D = 25$ cm Dmr. bei Wechselspannung mit 50 Hz und einpoliger Erdung im Vergleich zu den VDE-Kurven und der IEC-Eichtafel, die entsprechend dem First Draft of Recommended Sphere-Gap Calibration Standards v. 15. 5. 1935 festgelegt wurde.

Abb. 5 zeigt noch durch Vergleich mit der VDE-Kurve für $D = 25$ cm, wie sich die bisherigen Eichkurven von den tatsächlichen Verhältnissen unterscheiden. Sie stimmen für kleine und für sehr große Schlagweiten ziemlich überein, bei letzteren jedoch erst weit außerhalb des zulässigen Meßbereichs, und gleichen gerade im zulässigen Meßbereich die Knickstelle stark aus. Die prozentuale Abweichung liegt in der Größenordnung der bisher beobachteten Meßfehler infolge mangelnder Ausgeglichenheit der Eichtafeln für verschiedene Kugeldurchmesser untereinander. Man erkennt die Notwendigkeit vollständig neuer, unbearbeiteter Versuchsergebnisse.

Zusammenfassung.

Die mittleren Schlagweiten der Toeplerschen Knickstelle werden für Elektrodendurchmesser bis 100 cm bei einpoliger Erdung der Funkenstrecke, gemessen bei Wechselspannung von 50 Hz, mitgeteilt und ein Verfahren zur Eichung von Kugelfunkenstrecken empfohlen. Das Verhalten der Funkenspannung unterhalb und oberhalb der Toeplerschen Knickstelle wurde untersucht, Unterschiede wurden bei hoher Gleich- und Wechselspannung gefunden. Die Genauigkeitsgrenze wird angegeben, die bei der Funkenstreckeneichung auf Grund der physikalischen Eigenschaften der Funkenentladung erreicht werden kann, und die möglichen Meßfehler besprochen.

[10]) J. Claußnitzer, Physik. Z. 34 (1933) S. 801, Bild 11.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

550. 372 **Bodenleitfähigkeit und geologischer Aufbau.** — Bei der gegenseitigen Beeinflussung von Starkstromleitungen und Fernmeldeleitungen spielen die elektrischen Eigenschaften des Untergrundes eine erhebliche Rolle, ob nun eine oder beide Leitungen als Freileitungen über der Erde oder als Kabel unter der Erde verlegt sind. Insbesondere die elektrische Leitfähigkeit des Bodens kommt hier in Betracht. Es tritt daher bei der Planung von neuen Leitungsführungen nicht selten die Aufgabe an den Ingenieur heran, diese gegenseitigen Beeinflussungen vorher abzuschätzen, und dazu benötigt er eine gewisse Übersicht über die elektrischen Eigenschaften des Bodens in dem Gebiet, in welchem die Leitungen verlegt werden sollen. — R. H. Card versucht nun, für das Gebiet der V. S. Amerika einen Überblick über die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit der verschiedenen Bodenschichten zu gewinnen, wobei er sowohl das bereits vorhandene Schrifttum heranzieht, soweit es quantitative Werte enthält, als auch in großem Umfange neue Messungen nutzbar macht.

Auf Grund dieser Messungen zeigt sich, daß die Leitfähigkeiten der einzelnen Gesteine und Bodenarten in sehr weiten Grenzen schwanken, etwa zwischen 200 und 1 000 000 cmΩ. Die Leitfähigkeit richtet sich einerseits nach dem Gefüge des Gesteins und anderseits nach dem Wassergehalt. Im allgemeinen ist das Gestein selbst praktisch nicht leitend und die Leitfähigkeit wird nur durch das darin enthaltene Wasser und die in diesem gelösten Salze bewirkt. Um einen Überblick über die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit über das Staatsgebiet zu gewinnen, teilt der Verfasser das Gebiet zunächst in eine Anzahl von Provinzen. Innerhalb dieser Teilgebiete ordnet er sodann die Angaben über die Leitfähigkeit des Untergrundes nach dem geologischen Alter und nach der Gesteinsart. Diese Daten zeichnet er sehr anschaulich auf, wobei nicht nur die Mittelwerte, sondern auch die Grenzen, innerhalb deren diese für die jeweiligen geologischen und petrographischen Verhältnisse schwanken, in geeigneter Weise kenntlich gemacht werden.

Man sieht aus diesen Darstellungen, daß die Meßwerte auch in derselben Gruppe zwischen außerordentlich weiten Grenzen schwanken. Eine gewisse Gesetzmäßigkeit macht sich insofern bemerkbar, als jeweils die ältesten Gesteine die geringste Leitfähigkeit besitzen, während die Leitfähigkeit innerhalb ähnlicher Gesteinsarten im Laufe der geologischen Entwicklungszeit zunimmt. Die ganzen Zahlen lassen aber doch erkennen, daß man für einen Sonderfall zutreffende Werte für die elektrische Leitfähigkeit des Untergrundes nur mit großer Vorsicht abschätzen kann. Dabei spielt insbesondere auch die Leitfähigkeitsstruktur des Untergrundes eine große Rolle, da die verschiedenen Bodenschichten, die ein Gebiet aufbauen, durchaus nicht die gleiche Leitfähigkeit haben, diese vielmehr in den weitesten Grenzen wechseln kann. Für die mittlere Leitfähigkeit des Untergrundes sind insbesondere die Schichten mit hoher Leitfähigkeit maßgebend. Über die Regeln, nach welchen sich die mittlere Leitfähigkeit des Untergrundes aus mehreren Schichten mit verschiedener Leitfähigkeit zusammensetzt, handelt ein Anhang des hier besprochenen Aufsatzes. Kurven und Tafeln kennzeichnen das Ergebnis des Zusammenwirkens von Bodenschichten mit wesentlich untereinander verschiedener elektrischer Leitfähigkeit.

Die Angaben des Berichtes gelten naturgemäß nur für die V. S. Amerika und lassen sich nicht ohne weiteres auf europäische Verhältnisse übertragen. Besonders sei darauf hingewiesen, daß der allgemeine geologische Bau des amerikanischen Festlandes sehr viel einfacher ist als derjenige Europas und zumal Deutschlands, und daß infolgedessen die Verschiedenheiten in dem elektrischen Verhalten der verschiedenen Bodenschichten in Deutschland in Abhängigkeit von ihrer petrographischen Struktur und ihrem geologischen Alter im allgemeinen noch weit größer sein werden als in Amerika. Ein Abschätzen des besonderen Verhaltens des Untergrundes in irgendeinem Teilgebiet auf Grund allgemeiner statistischer Überlegungen wird daher in Deutschland noch viel schwieriger sein als in den V. S. Amerika. [R. H. Card, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1153.] *An.*

Leitungen.

621. 315. 23 : 622 : 83 **Das Stauchschutz-Dehnungskabel.** — Im Erdboden verlegte elektrische Kabel werden durch die in Bergbaugebieten mit Tiefbau unvermeidlichen Erdbewegungen stark gefährdet. Anfangs berücksichtigte man nur die hierbei auftretende Dehnung der Kabel und versuchte ihren schädlichen Auswirkungen durch den Einbau von sog. Dehnungsmuffen zu begegnen. Diese Maßnahmen hatten nicht den gewünschten Erfolg. Man ging daher dazu über, das Kabel selbst dehnbar zu machen. Hier wurde auf verschiedenen Wegen ein guter Erfolg erzielt[1]). Diese Dehnungskabel vertragen im allgemeinen eine Längung von 2 %, unter Umständen sogar bis zu 4 %. Nach den weiteren Erfahrungen erwies es sich aber als notwendig, auch die bei Bodenbewegungen auftretende Stauchung der Kabel unschädlich zu machen, da sie das Kabel in fast noch höherem Maße als die Dehnung beansprucht.

a verbleite Adern
b Dehnungseinlage
c Bewehrung aus Flachdraht
d Zwischenräume
e gegenläufige Feder

Abb. 1. Aufbau des Stauchschutz-Dehnungskabels.

Zu dem Aufbau des neuen „Stauchschutz-Dehnungskabels" führten die folgenden Erkenntnisse und Überlegungen.

Wird auf eine zylindrische Schraubenfeder in der Längsrichtung ein Druck ausgeübt, so tritt mit der Verkürzung ihrer Länge eine Vergrößerung des Durchmessers ein, die um so erheblicher ist, je größer die ursprüngliche Steighöhe der Feder war. Eine Schraubenfeder von großer Steigung befinde sich nun in einer sie eng umschließenden Feder mit kleiner Steighöhe. Übt man auf dieses Gebilde in der Längsrichtung einen Druck aus, so wird die radiale Ausdehnung der inneren Feder durch die äußere gehemmt, weil diese in radialer Richtung weniger nachgiebig ist. Die Windungen der inneren Feder legen sich gegen die der äußeren; sie werden gestaucht und bei genügend starkem achsrechtem Druck geknickt. Dieser Erscheinung läßt sich dadurch begegnen, daß man beide Federn mit gleichem Steigungswinkel ausführt und ihnen damit die gleiche Ausdehnungsmöglichkeit in radialer Richtung gibt.

Das gewöhnliche Drehstromkabel hat grundsätzlich den gleichen Aufbau wie das eben beschriebene Gebilde. Die drei schwach miteinander verseilten Adern bilden die innere Feder von großer Steighöhe, während an die Stelle der äußeren Feder die in Windungen mit geringerer Steigung aufgebrachte Eisenbewehrung tritt. Um Kabel stauchfähig zu machen, muß man daher dem Steigungswinkel der Aderverseilung dieselbe Größe geben wie dem der Bewehrung. Dadurch können sich bei Stauchungsbeanspruchungen die Adern ungehindert radial nach außen verlegen, weil sich der Durchmesser der Bewehrung in gleichem Maße vergrößert.

Zur Durchführung dieses Gedankens eignen sich am besten Dreimantelkabel mit einer Bewehrung aus Stahldraht. Den Aufbau eines solchen „Stauchschutz-Dehnungskabels" zeigt Abb. 1 im Querschnitt. Die drei verbleiten Adern *a* sind um die nachgiebige, sich bei Längung des Kabels zusammendrückende Dehnungseinlage *b* verseilt. Die Bewehrung *c* besteht aus Flachdraht, der

[1]) Ullmann, Glückauf 63 (1927) S. 1320.

schraubenförmig mit dem Steigungswinkel der Kabeladern aufgebracht ist. Um dem Kabel einen guten mechanischen Zusammenhalt zu verleihen, gibt man der Bewehrung und den Adern entgegengesetzte Schlagrichtungen. Die Flachdrahtbewehrung wird zur Erhöhung ihrer Dehnbarkeit nicht geschlossen, sondern mit den Zwischenräumen *d* zwischen den Windungen ausgeführt. Bei einer Dehnungsbeanspruchung des Kabels schließen sich die Zwischenräume, so daß die Bewehrung wieder den vollen Zug aufnimmt und eine übermäßige Beanspruchung des Kabels verhindert. Zum Schutz gegen Aufdrehen ist die Bewehrung mit der aus Flachdraht bestehenden gegenläufigen Feder *e* umgeben. Soll die Bewehrung noch eine Juteumspinnung erhalten, so muß diese mit dem Steigungswinkel der Kabeladern und der Bewehrung aufgewickelt werden. Man kann aber auf die Jute wohl verzichten, falls für die Bewehrung feuerverzinkte, mit Kompoundmasse behandelte Drähte verwendet werden. Einen beachtlichen Vorteil in elektrischer Beziehung bietet die beschriebene Bauart dadurch, daß alle durch Stauchung oder Dehnung verursachten mechanischen Beanspruchungen des Kabels aus der hochbeanspruchten Isolation in die neutralen Zwickelräume verlegt sind. — Einige Kilometer Kabel dieser Bauart sind bereits in Bodensenkungsgebieten verlegt worden. Störungen sind an ihnen nicht aufgetreten, so daß anzunehmen ist, daß diese Bauart ihren Zweck erfüllt. Edgar Ullmann.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 045. 004. 6 : 621. 33 (47) **Störungen an Gleichstrom-Bahngeneratoren für 3000 V.** — G. K. Tsverava berichtet im Septemberheft der russischen Zeitschrift „Elektritschestwo" über die Betriebsstörungen an fünf Gleichstrom-Doppelgeneratoren für 3000 V Netzspannung der Transkaukasischen Eisenbahn in den ersten drei Betriebsjahren (1. 8. 1932 bis 1. 8. 1935). Die umfangreichsten Störungen sind auf Brüche der 180 mm langen Kupferfahnen und auf die dadurch verursachten Windungsschlüsse zurückzuführen. Die Ausmaße dieser Störungen machten eine tägliche Untersuchung der Maschinen erforderlich. Einmal wurden an einem Stromwender 117 angebrochene Fahnen festgestellt, das sind 22 % der gesamten Fahnen eines Stromwenders. Die Ursache dieser Brüche wurde in der zu fest gehaltenen Verschnürung zur Absteifung der Fahnen erblickt, wodurch ihnen die Möglichkeit genommen war, sich bei Temperaturschwankungen infolge Laständerungen an den hierfür vorgesehenen Kröpfungen auszudehnen. Die Lieferfirma, die sich dieser Ansicht anschloß, nahm umfangreiche Änderungen vor und lockerte die Verschnürung. Trotzdem ging die Lieferfirma im Jahre 1935 daran, diese Läufer gegen andere mit doppeltgekröpften Stahlfahnen in Sonderausführung auszutauschen. Weiter wurden Betriebsstörungen durch das Versagen der Schnellschalter bei plötzlich auftretenden Überlastungen infolge Kurzschlusses auf der Strecke oder zu scharfen Anfahrens und das dadurch hervorgerufene Rundfeuer verursacht. Nähere Untersuchungen der Schnellschalter ergaben, daß ihre Abschaltzeiten zu lang waren (bis zu 0,04 s). Es sind ferner Bandagenbrüche und Zerstörungen der Läuferwicklungen durch Überlastungen infolge falscher Lastverteilung vorgekommen. [Elektritschestwo (1935) H. 18, S. 49.] *Wh.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 083. 7 **Fernübertragung von Meßwerten mit Widerstandsgebern; Quotientenmesser-Verfahren.** — Bei den zur Fernübertragung von Meßwerten mit Widerstandsgebern dienenden „Strommesser-Verfahren"[1]), bei denen der Widerstand des vom Geberinstrument gesteuerten Widerstandsgebers als (z. B. den Zeigerausschlag eines Drehspul-Anzeige- oder -Schreibgerätes oder die Drehzahl eines Gleichstrom-Amperestundenzählers beeinflussender) Strom abgebildet wird, muß die an der Meßschaltung liegende Hilfsspannung durch ein besonderes Regelverfahren konstant gehalten werden. Dies ist nicht erforderlich bei den „Quotientenmesser-Verfahren", die auf der Verwendung eines vom Widerstandsgeber beeinflußten, auf das Verhältnis zweier Ströme ansprechenden und daher spannungsunabhängig arbeitenden Quotientenmessers beruhen, der als anzeigendes, schreibendes oder integrierendes ohmmetrisches Instrument (z. B. Kreuzspul-Meßgerät oder spannungsunabhängiger Motorzähler) ausgebildet sein kann. Nach einem Hinweis auf die verschiedenen Ausführungsarten der bei den Quotientenmesserverfahren benutzten Widerstandsgeber (Schleifdrahtgeber, Ringrohrgeber oder Widerstandsgeber mit einem Fallbügelsystem) nennt W. Geyger zunächst die bei diesen Verfahren verwendeten Empfangsinstrumente. Hierfür kommen folgende Meßgeräte in Betracht:

1. Anzeige- und Schreibgeräte für Gleichstrom: Kreuzspul-, Kreuzfeld- und Parallelspulinstrumente in den verschiedenen Bauarten;
2. Zählgeräte für Gleichstrom: Spannungsunabhängige (ohmmetrische) Gleichstrom-Motorzähler;
3. Anzeige- und Schreibgeräte für Wechselstrom: Elektrodynamische Kreuzspul-, Kreuzfeld- und Doppelspulinstrumente in den verschiedenen Bauarten, ferner Dreheisen- und Induktions-Quotientenmesser;
4. Zählgeräte für Wechselstrom: Spannungsunabhängige (ohmmetrische) Wechselstrom-Motorzähler.

Anschließend werden die hier verwendeten Meßschaltungen für eine einzige Meßgröße (Einfachschaltungen) und für mehrere Meßgrößen (Summenschaltungen) beschrieben und die Eigenschaften der Quotientenmesserverfahren (Spannungs- und Frequenzeinfluß, Fernleitungszahl, Einfluß der Fernleitungswiderstände, Größe der überbrückbaren Entfernungen) kurz besprochen. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V. 3821-2.] *Sb.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 44 : 621. 337. 4 **Steuerung des dieselelektrischen Zuges „Komet".** — Über den neuen dieselelektrischen Zug der New York, New Haven und Hartford-Eisenbahn, der als Leichtgewichtszug in Stromlinienform eine Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h erreicht, wurde bereits kurz berichtet[1]). Der Zug, der den Namen „Komet" führt, hat zwei vollständige Kraftanlagen, wobei auch alle Hilfseinrichtungen doppelt vorgesehen sind. Auch bei Ausfall einer Kraftanlage ist der Zug noch betriebsfähig. Die Hauptgeneratoren von je 300 kW Leistung sind mit den Dieselmaschinen direkt zusammengebaut. Auch die Erregermaschine ist an den Hauptgenerator ohne besondere Lagerung angeflanscht. Jeder Hauptgenerator speist zwei Tatzlager-Bahnmotoren, die in den beiden Enddrehgestellen unmittelbar unter den Maschinenräumen eingebaut sind. Abb. 2 zeigt die Schaltung eines Triebsatzes. Die Fahrmotoren M_1 und M_2 können durch die Schütze S, P_1 und P_2 in Reihe und parallelgeschaltet werden. Außerdem ist noch eine Feldschwächung vorgesehen. Der Steuerhebel für die Brennstoffzufuhr hat 6 Stellungen, in denen die Dieselmaschine von 400 U/min im Leerlauf auf 900 U/min bei Vollauf gebracht werden kann. Für das An-

M_1, M_2	Triebmotoren-Anker	Ak	Akkumulatorenbatterie
F_{M_1}, F_{M_2}	Felder der Triebmotoren	HG	Hilfsgenerator-Anker
N_1, N_2	Schütze für Feldschwächung	F_{hg}	„ -Feld
		R	Regel-Relais
G	Hauptgenerator-Anker	W_F	Feldvorschaltwiderstand
F_g	„ -Hauptfeld	W_R	Relaisvorschaltwiderstand
F_A	„ -Anlaßfeld	A, B, P_1, P_2, G_1, G_2, S	Schütze

Abb. 2. Schaltung eines Triebsatzes.

[1]) W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V 3821-1.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1027.

lassen des Dieselmotors wird der Hauptgenerator mit dem Anlaßfeld F_A als Reihenmotor aus der Batterie gespeist. Das Feld des Hilfsgenerators wird ebenfalls von der Batterie gespeist. In dem Feldkreise des Hauptgenerators liegen Regelwiderstände W_F. Gleichzeitig mit der Verstellung der Drosselklappe werden die Kontake T_2—T_7 nacheinander geöffnet und damit der Vorwiderstand zur Erregerspule des Relais R vergrößert. Dieses Relais bewirkt das selbsttätige Einspielen der Leistungsabgabe des Generators auf die Vollast des Dieselmotors. Die Wirkungsweise der als „Drehmomenten-Steuerung" bezeichneten Einrichtung ist folgende: Bei Einstellung einer größeren Drosselöffnung steigt mit der Drehzahl die Spannung der Erregermaschine. Bei einem bestimmten Spannungswert schließt das Relais R, erregt dadurch die Schütze C_1 und C_2 (die Hilfskreise sind nicht gezeichnet), wodurch der Widerstand im Feldkreise des Hauptgenerators verkleinert wird. Mit der Spannung steigt dadurch die Leistungsabgabe des Generators. Dies führt wiederum zu einer Verminderung der Drehzahl und einer Abnahme der Hilfsgeneratorspannung, bis das Relais R wieder abfällt, die Schütze C wieder öffnen und der Widerstand W_F wieder in den Feldkreis eingeschaltet wird. Spannung und Leistungsabgabe des Generators sinken, und die Leistung stellt sich bei dauernder Wiederholung dieses Spiels auf den der Stellung der Drosselklappe entsprechenden Wert ein. Auf der nächsten Reglerstellung wird neben der Änderung der Drosselklappenöffnung der Kontakt T_2 geöffnet. Das Relais R wird die Feldverstärkung des Hauptgenerators jetzt also erst bei größerer Drehzahl des Maschinensatzes bewirken, weil der Widerstand im Relais-Erregerkreise größer geworden ist. Die Leistungsabgabe des Generators spielt sich also auf einen der größeren Drehzahl entsprechenden größeren Wert ein. Dies wiederholt sich auf allen folgenden Stufen, bis der ganze Vorwiderstand im Relaiskreis eingeschaltet ist. Bis zu einer Geschwindigkeit von 160 km/h sind die Kennlinien des Generators so gewählt, daß das Produkt $E \cdot I$ konstant ist. Auch das Umschalten der Motoren von Reihe auf Parallel wirkt sich sofort auf die Generatorspannung aus, auch hierbei bleibt die Leistungsabgabe gleich. Die gesamte Hilfsausrüstung wird vom Hauptgenerator gespeist, solange dieser leerläuft. Die Schütze G_1 und G_2 sind dann geschlossen, das Feld des Generators wird von der Batterie erregt. Bei Belastung des Generators übernimmt die Hilfsmaschine die Speisung der Hilfsstromkreise. [A. H. Candee, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1240.] *Dtt.*

Fernmeldetechnik.

621. 397. 61 (44) **Der neue Pariser Fernsehsender auf dem Eiffelturm.** — Nach Fertigstellung eines Ultrakurzwellensenders auf dem Eiffelturm konnte man am 17. 11. 35 einen neuen Fernsehdienst aufnehmen. Die höhere Bildauflösung erforderte bei bestimmtem Modulationsverhältnis eine Verkürzung der Trägerwelle auf 8 m. Um die schlechteren Ausbreitungseigenschaften dieser kurzen Wellen — sie verhalten sich ähnlich wie die Lichtstrahlen — wieder wett zu machen und um einen weiten Kreis von Empfängern zu versorgen, war es erforderlich, den Sender möglichst hoch, auf den Eiffelturm, aufzustellen.

In den Räumen des „Service de la Radiodiffusion" wurde für das Fernsehen ein besonderer Senderaum ausgebaut. Die Aufnahme erfolgt mit 25 Bildwechseln in der Sekunde. Im Gegensatz zu den früheren Sendungen wird jedes Bild von 21 · 18 cm in 180 Zeilen aufgelöst. Die Synchronisierung für die Zeile wird durch einen kurzen Impuls am Ende jeder Zeile, die der Bildfolge durch einen Impuls, beginnend bei der vorletzten Zeile eines jeden Bildes, gegeben. Die Impulsdauer beträgt 1 bis 2 % der Zeilendauer bzw. Bilddauer. Die besonders schwierige Übertragung des Bildstromes vom Senderaum zum Eiffelturm wird auf einem Träger von 2 MHz durch ein Kabel mit einer Dämpfung von 1,5 Neper/km ermöglicht. Erst dann erfolgt die Aussendung auf der 8 m-Welle. An das Kabelende am Eiffelturm sind Verstärker und Gleichrichter angeschlossen. Alsdann wird die Ultrafrequenz moduliert. Für die Zuleitung der Hochfrequenz vom Senderausgang zur Antenne auf der Turmspitze wird wieder ein besonderes Kabel mit einem Kupfermantel von 10 cm Dmr. benutzt. In seinem Innern ist ein Cu-Rohr von 2 cm Dmr. isoliert aufgehängt. Die Länge dieses Leiters beträgt 330 m.

Die Senderleistung von 2,5 kW soll im April 1936 auf 20 kW erhöht werden, so daß damit das Gebiet der optischen Sicht des Turmes normalerweise versorgt werden dürfte. An dem Empfang werden zunächst nur eine beschränkte Zahl von technisch interessierten Personen teilnehmen können, die im Umkreis von 25 km um Paris wohnen. Die Sendung wird dreifach überwacht, und zwar am Kabelausgang, am Senderausgang und beim unmittelbaren Empfang der Ultrakurzwelle im Senderaum. [M. Adam, Génie civ. 107 (1935) S. 521.] *Hma.*

621. 395. 7 : 656. 1 (436) **Fernsprechanlage für die Großglockner-Hochalpenstraße.** — Die im August 1935 eröffnete Großglockner-Hochalpenstraße hat eine von S & H errichtete Straßenfernsprechanlage erhalten, wie sie erstmalig in Österreich ausgeführt ist. Die Anlage soll den Besuchern der Großglocknerstraße, vorwiegend Kraftfahrern, die Möglichkeit geben, bei Unfällen oder Störungen am Wagen schnell Hilfe herbeizurufen. Die gesamte Anordnung der Anlage geht aus dem Übersichtsplan Abb. 3 hervor. Etwa alle 2 km sind unmittelbar neben der Straße Fernsprecher aufgestellt. Je zwei bis drei Fernsprecher sind hintereinandergeschaltet und zusammengefaßt in Streckenabschnitten, an deren Anfang und Ende je eine Zentraleinrichtung angeschlossen ist. Diese Zentraleinrichtungen bei den Hilfsstellen enthalten alle für den Fernsprechverkehr und für die Leitungsüberwachung erforderlichen Einrichtungen. Der Betriebsstrom wird einer 24 V - Batterie entnommen, die gleichzeitig zur Mikrophonspeisung der Fernsprecher im anschließenden Streckenabschnitt sowie zur Ruhestromüberwachung dient. Als gemeinsame Verbindungsleitung sind zwei Adern eines 4- bzw. 6paarigen Erdkabels verwendet.

Abb. 3. Die Fernsprechanlage der Großglockner-Hochalpenstraße.

Mit Rücksicht auf die Wetterbeständigkeit wurden die Fernsprecher in ein doppeltes Gußeisengehäuse mit Gummiabdichtung eingebaut. Das äußere Gehäuse läßt sich mittels eines Schlüssels, der jedem Kraftfahrer gegen Entrichtung einer Gebühr bei der Einfahrt übergeben wird, leicht öffnen. Bereits durch das Öffnen des Gehäusedeckels wird das Rufsignal in beide Richtungen zu den nächstgelegenen Hilfsstellen gegeben. Durch die gleichzeitige Auslösung des Rufs in beiden Richtungen ist erreicht, daß im Falle eines Drahtbruchs der Ruf mindestens in einer Hilfsstelle gehört wird. Nach Öffnen des Deckels wird nur das Mikrophon zum Hören und Sprechen zugänglich. Alle übrigen Einzelteile sind nochmals in einem kleinen Gußeisenkasten eingeschlossen. Kontakte, Spulenwicklungen usw. sind also gegen Feuchtigkeit oder auch mutwillige Beschädigung geschützt. Mit Rücksicht auf größtmögliche Betriebssicherheit der Anlage wurden auch in schaltungstechnischer Hinsicht entsprechende Maßnahmen getroffen. Sie ermöglichen es den Zentralstellen, jede Störung der Leitung sofort festzustellen; Drahtbrüche und Kurzschlüsse werden selbsttätig mittels hörbarer und sichtbarer Zeichen gemeldet.

Neben der Straßenfernsprechanlage wurde zur Verbindung der Maut- und Wärterhäuser sowie der Parkplätze eine besondere selbsttätige Betriebsfernsprechanlage mit insgesamt acht Sprechstellen vorgesehen. [H. Schupp, Siemens-Z. 15 (1935) S. 562.] *Hzh.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 31 : 537. 533 **Messung des Sättigungsstromes von hochemittierenden Glühkathoden.** — Das einfache Verfahren, durch einen Strommesser im Anodenkreis den Sättigungsstrom zu messen, versagt bei zu großer Emission, da der Emissionsstrom die Heizwirkung auf die Kathode vermehrt und bei zu großen Strömen die Röhre durch die Messung zerstört wird. Daher benutzen E. Patai und G. Frank eine Art Momentaufnahme: die Anodenspannung wird nur für so kurze Zeit eingeschaltet, daß weder die Kathode noch die Anode durch den Emissionsstrom merkbar erwärmt wird. Dazu wird ein Kondensator C auf die Spannung U_m, die größer als die Sättigungsspannung ist, aufgeladen und durch die Versuchsröhre A entladen (Abb. 4). Der Emissionsstrom durchläuft

Abb. 4. Schaltbild der Sättigungsstrommessung.

den induktionsfreien Widerstand R; durch den Spannungsabfall an R wird der Meßkondensator c über die als Gleichrichter wirkende Strecke Kathode—Steuergitter der Elektrometerröhre B aufgeladen. Nach der Aufladung hat der Punkt P ein gegen das Gitter positives Potential; das Gitterpotential ist näherungsweise gleich dem Potential der Kathode. Ist der Stromstoß vorbei, so erhält P das Potential der Kathode, das Gitter dagegen ein gegen die Kathode negatives Potential. Dadurch wird der ursprünglich durch r_3 kompensierte Anodenstrom in Richtung negativer Gitterspannung ausgesteuert. An Hand der Kennlinien der Elektrometerröhre kann man aus dem Abfall des Anodenstroms die zugehörige negative Spannungsverschiebung und damit den maximalen Wert der Stromstärke ermitteln. Der Kreis mit den Widerständen r_1 und r_2 dient zur Eichung, unabhängig von der Kenntnis der Kennlinien. Durch ihn wird eine bekannte Spannung an den Meßkondensator c gelegt. Mit dieser Anordnung werden verschiedene technische Röhren durchgemessen und Vorversuche für die Bestimmung der Richardsonschen Konstanten für Wolfram und Erdalkalioxyde unternommen. [E. Patai u. G. Frank, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 254.] *Br.*

Chemie.

621. 355. 2 : 541. 13 **Der chemische Vorgang im Bleiakkumulator.** — Die Verfasser suchen die alte Streitfrage der Richtigkeit der klassischen Theorie der doppelten Sulfatation im Sinne dieser zu entscheiden. Sie glauben, die bisherigen Unstimmigkeiten zwischen Theorie und Versuchsergebnis auf die experimentellen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der bei der Entladung gebundenen Säuremengen zurückführen zu können. Die Konzentration der Schwefelsäure und die Menge der gebundenen Säure wurde durch genaue Titrationsbestimmung ermittelt. Die Bestimmungen wurden mit einer Genauigkeit von 0,01 %, bezogen auf Schwefelsäure, gemacht. Weiterhin wurden Pyknometerbestimmungen ausgeführt. Im Mittel wurde gefunden, daß 2,02 ± 0,03 Äquivalente Schwefelsäure je 1 F (elektrochemisches Äquivalent) gebunden wurden und anderseits 1,96 ± 0,19 Äquivalente Wasser je 1 F gebildet werden. Bei letzterer Bestimmung war die Verdampfung von Wasser aus dem Elektrolyten von großem Einfluß. Schließlich werden Formeln angegeben, nach welchen die Berechnung des Säureverbrauches vorgenommen wurde. Die Säurebestimmungen liegen ein wenig über dem theoretischen Wert von 2 Äquivalenten, was an dem Einfluß der Löslichkeit des Bleisulfats liegen kann. Die Verfasser haben keinen Anhalt für die Bildung von basischem Sulfat gefunden oder für eine plötzliche Veränderung der Zelle bei offenem Stromkreis nach Entladung. (Die Bildung von basischem Sulfat, also der Verbrauch von weniger als 2 Äquivalenten Schwefelsäure, ist wiederholt behauptet worden, zuletzt an Hand von Debye-Scherrer-Aufnahmen von Riesenfeld und Saß[1]). Diese Verfasser behandelten auch die Arbeit von Cassel und Tödt[2]), welche ebenfalls den Verbrauch von 2 Äquivalenten Schwefelsäure für 1 F feststellten. Dieser Wert sei jedoch nur nach einer längeren Zeit des Ausgleiches der Schwefelsäure nach Beendigung der Entladung erreicht worden, während Säureproben kurz nach Beendigung der Entladung einen erheblich geringeren Wert, als 2 Äquivalenten entsprechend, ergeben hätten. Die Unterschiede seien also zu groß gewesen, um durch den Säureausgleich erklärt zu werden, und Riesenfeld und Saß behaupten deshalb, daß ein chemischer Vorgang während der Ruhezeit vor sich gegangen sei. Basisches Bleisulfat habe sich zu neutralem Bleisulfat umgewandelt. Diese Behauptung scheint durch die Arbeit von Vinal und Craig widerlegt zu sein. Die Verfasser haben Säureproben in verschiedenen Zeiträumen nach Beendigung der Entladung entnommen und beispielsweise festgestellt, daß 15 min nach Beendigung der Entladung der Wert für 1 F 1,976 Äquivalenten entsprach. Bei einem weiteren Versuch war nach einer Stunde der Wert 2,024 als konstanter Wert erreicht. Zusammenfassend kann wohl gesagt werden, daß bei Berücksichtigung der großen Zahl der bisher vorliegenden Arbeiten — wobei auch die Arbeit von Génin[3]), der nach ähnlichen Untersuchungsverfahren wie Riesenfeld und Saß arbeitet, hingewiesen werden soll — die besprochene Arbeit wohl als Schlußstrich unter dieses Kapitel gesetzt werden kann und die praktisch längst angenommene Theorie der doppelten Sulfatation auch theoretisch genügend bestätigt ist. [G. W. Vinal u. D. N. Craig, Bur. Stand. J. Res. 14 (1935) S. 449; Rev. gén. Électr. (1933) 38, (1935) S. 812; World Power 24 (1935) S. 75.] *Cl.*

Werkstatt und Baustoffe.

620. 17 : 621. 367 **Die zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung.** — Das z. Z. am weitesten verbreitete und zuverlässigste Verfahren zur zerstörungsfreien Schweißnahtprüfung ist die Röntgendurchstrahlung. Auf Filmen sind z. B. in Stahl von 50 mm Dicke noch Poren von 1,5 % und bei 150 mm von 3 % der durchstrahlten Werkstoffdicke nachweisbar. Durch Normung der Aufnahmebedingungen ist die Bildgüte gewährleistet. Die Aufnahmegeräte sind hochspannungs- und strahlungssicher und in leicht tragbare Einzelteile aufgeteilt. Somit können auch auf der Baustelle Aufnahmen mit verhältnismäßig geringem Aufwand gemacht werden. Die Gammadurchstrahlung, die für Baustoffdicken über 70 mm angewendet wird, gibt bei Schwermetallfilterung eine befriedigende Fehlererkennbarkeit; sie bedarf während der Aufnahme keiner Wartung. Im Gegensatz zu den Durchstrahlungsverfahren zeigen die magnetischen Feldstörungsverfahren vorwiegend an der Oberfläche oder dicht unter ihr liegende Fehler. Das Feld wird durch angelegte Elektromagnete oder durch Ringmagnetisierung bei Stromdurchflutung erzeugt. Der Rißnachweis geschieht durch Aufstreuen oder Aufschwemmen von Eisenfeilspänen oder aber durch Abtasten mit einer Schwingspule, wobei die in ihr erzeugte EMK beobachtet wird. Im Gegensatz zu den Durchstrahlungsverfahren ist der Rißnachweis bei diesen Verfahren weitgehend unabhängig von der Rißrichtung. Auch das stichprobenweise Anfräsen von Schweißnähten zeigt nach dem Anätzen ohne störende Beeinträchtigung der Festigkeitseigenschaften von mäßig beanspruchten Schweißnähten die verschiedenen Schweißfehler. [R. Berthold, Arch. techn. Messen 5 (1935) Lfg. 52, T. 129.] *Sb.*

[1]) Elektrochem. Z. 39 (1933) H. 4. S. 219.
[2]) Z. angew. Chem. 36 (1933) S. 227.
[3]) Rev. gén. Électr. 34 (1933) S. 235; ETZ 55 (1934) S. 401.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Baden im Jahre 1934*).

Von Dipl.-Ing. **Leberecht Fricke** VDE, Durlach/Baden.

621. 311. 1. 003 (434. 6)

Übersicht. Wie im Jahre 1933 hat sich der Verbundbetrieb auch in dem trockenen Jahre 1934 günstig ausgewirkt. Abgegeben wurden insgesamt 2308 Mill kWh. Die verfügbare Leistung war 532 000 kW. Insgesamt stieg der Verbrauch gegenüber dem Vorjahr rd. 15 %, im Gewerbe rd. 8 %, in der Industrie wiederum rd. 20 % und im Kleinverbrauch rd. 8 %.

Obwohl im Jahre 1934 die Energiedarbietung der Schwarzwaldflüsse und des Neckars erheblich mehr als im Vorjahr unter dem langjährigen Mittelwert lag, und auch am Oberrhein das langjährige Mittel nicht erreicht wurde, konnte durch den weitgehend ausgebildeten Verbundbetrieb in Baden der Bedarf an elektrischer Arbeit ausreichend gedeckt werden. Die Oberrheinkräfte brachten, soweit sie schon während des ganzen Vorjahres betriebsfertig ausgebaut waren, gegenüber dem Vorjahr eine Mehrerzeugung von etwa 9 %. Die Erzeugung des Rheinkraftwerkes Albbruck-Dogern und der Neckarstaustufe Rockenau fielen im Betriebsjahr vollständig an, so daß sich im ganzen genommen eine Mehrerzeugung aus badischen Kraftquellen von 688 Mill kWh (+ 70 %) ergab. Auch die Erzeugung der Dampfkraftwerke weist gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme auf.

Die badischen Wasserkraftwerke haben keine Vergrößerung in der installierten Leistung erfahren. Bei den Dampfkraftwerken ist eine Erweiterung der Turbinenleistung um 13 000 kW im Großkraftwerk Mannheim durch Aufstellen einer weiteren Vorschaltturbine für 100/20 at zu verzeichnen. Die verfügbaren Leistungen waren am Ende des Berichtsjahres:

	1933 rd. kW	1934 rd. kW
Wasserkraftwerke	405 000	405 000
Dampfkraftwerke	110 000	123 000
andere Kraftwerke	4 000	4 000
	519 000	532 000

Der Bau der Neckarstaustufen ging planmäßig weiter. An der Staustufe Guttenbach war das Kraftwerk zum Jahresschluß in der Hauptsache fertiggestellt, so daß damit die Tiefbauarbeiten der ganzen Staustufe bis auf kleinere Arbeiten abgeschlossen sind. An der Staustufe Neckarzimmern wurde das Kraftwerk fertiggestellt. Die Maschinenmontage ist in beiden Staustufen in Angriff genommen.

Von den das Land Baden berührenden Mainstaustufen wurde Freudenberg im Jahre 1934 in ordnungsgemäßen Betrieb genommen. Bei den Stufen Faulbach und Eichel ist die Errichtung von Kraftwerken zurückgestellt worden.

Die installierte Transformatorenleistung hat sich nicht nennenswert geändert und auch das im Bericht über das Jahr 1932 gezeigte Bild der Höchstspannungsleitungen hat noch seine Gültigkeit. Zu ergänzen ist die Errichtung einer Trennstelle im Zuge der 100 kV-Leitung Villingen—Oberrhein bei Löffingen und der Bau einer 18,5 km langen 100 kV-Drehstromleitung von dieser Trennstelle zum Bahnunterwerk Titisee der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Elektrisierung der Höllentalbahn war am Ende des Berichtsjahres so weit gefördert, daß der elektrische Zugbetrieb im Laufe des Jahres 1936 aufgenommen werden kann. Die Umstellung der Wiesentalbahn auf Speisung durch Umrichter war am Jahresschluß ebenfalls nahezu abgeschlossen.

Die Erstellung neuer Ortsnetze beschränkt sich auf Siedlungen in verhältnismäßig kleinem Ausmaß. Die Umstellung von Gleichstrom auf Drehstrom und die Einführung der Normalspannung von 380/220 V wurde in einigen der noch vorhandenen Netze dieser Art durchgeführt.

*) Die entsprechende Abhandlung für das Jahr 1932 erschien in der ETZ 54 (1933) S. 601; es sei verwiesen auf die Karte Abb. 1 „Die Höchstspannungsleitungen Badens". Über das Jahr 1933 wurde in der ETZ 55 (1934) S. 1053 berichtet.

Von den in Baden nach der Volkszählung von 1933 vorhandenen Haushaltungen sind etwa 90 % mit elektrischer Arbeit versorgt. Diese um 3 % gegenüber dem Vorjahr höhere Zahl ist nicht allein auf Neuinstallationen zurückzuführen, sondern die Zahlen der angeschlossenen Haushaltungen sind etwas unsicher, weil nicht immer die Zahl der Abnehmer von Haushaltungsstrom mit der Zahl der versorgten Haushaltungen übereinstimmt; es wird jedoch versucht, von Jahr zu Jahr diese Zahl genauer festzustellen.

Die weitere Einführung der Elektroküche und die Besserung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage lassen einen Zuwachs im Verbrauch an Haushaltungsstrom von etwa 10 % erkennen, während im Jahre 1933 noch keine Steigerung gegenüber dem Vorjahr festgestellt werden konnte. Im Gewerbe ist der Verbrauch um etwa 8 bis 10 % gestiegen. Die Industrie hatte wiederum eine Verbrauchssteigerung von rd. 20 % und teilweise mehr.

Die gesamte nutzbare Stromabgabe, Verbrauch und Ausfuhr, ist um 57,2 % gestiegen.

Abb. 1. Arbeitsdiagramm 1934.

Zahlentafel 1. Strombedarf und Stromumsatz in Baden in den Jahren 1933 und 1934 in Mill kWh.

	1933	1934	Änderung %
gesamter von den badischen Versorgungsunternehmungen abgegebener Strom	1341	2308	+ 72,1
davon in der bad. Kupplungswirtschaft umgesetzt	346	744	+115,0
unmittelbar abgegebener Strom unter Ausschaltung der Mehrfachzählung bei Wiederverkauf	995	1564	+ 57,2
Stromausfuhr aus Baden	332	801	+141,3
an Verbraucher in Baden abgegebener Strom	663	763	+ 15,1
Verluste in der Fortleitung, Transformierung und Verteilung	164 (10,9 %)	293 (11,3 %)	
gesamter Stromumsatz in Baden (ohne Eigenverbrauch der Kraftwerke)	1505	2601	+ 72,8
Stromeinfuhr nach Baden	174	184	+ 5,8
aus bad. Kraftquellen gedeckt	985	1673	+ 70,0

Die **Zahlentafel 1** zeigt in der fünften Reihe, daß alle Verbraucher zusammengenommen 15,1 % mehr Strom als im Vorjahre verbraucht haben. Daß diese Steigerung im Verbrauch im Kupplungsbetrieb durch Mehrfach-

zählung eine erhebliche Steigerung mit sich bringt, erkennt man an den Zahlen der Reihe 2. Wie aus dem Arbeitsdiagramm für das Jahr 1934, Abb. 1, leicht ersichtlich, muß sich dies auch beim „Gesamten Stromumsatz" und in der Gesamtabgabe aller Stromversorgungsunternehmen zeigen. Das Arbeitsdiagramm ist wieder in der gleichen Weise wie für das Jahr 1933 aufgestellt und nur um die Aufteilung der badischen Kraftquellen in Wasser und Dampf erweitert.

Die bedeutende Steigerung in der Ausfuhr hat ihre Ursache darin, daß die gesamte Jahreserzeugung des Kraftwerkes Albbruck-Dogern unmittelbar an das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk abgegeben wird.

Die Einfügung des Speicherpumpenbetriebes in das Arbeitsdiagramm würde die Übersicht stören. Sie wurde deshalb unterlassen. Das Wesentliche läßt sich aber aus folgenden Zahlen erkennen:

Zum Pumpen aufgewendeter Nachtstrom .	140 Mill kWh
Wiedergewonnener Spitzenstrom	80 „ „
Technischer Wirkungsgrad der Pumpenspeicherung	57 %.

Der wirtschaftliche Wirkungsgrad ist natürlich abhängig von dem Wertverhältnis zwischen Spitzen- und Nachtstrom.

In den Anschlußwerten bei den Kleinabnehmern ist ein Zuwachs von rd. 5 % zu verzeichnen. In der Industrie etwa 15 %. Der Elektrizitätsversorgung ist die Steigerung des Stromabsatzes bei der Industrie wegen der Grenzlage Badens sehr erschwert; sie muß sich in der Hauptsache auf die Erhaltung der vorhandenen Industrien beschränken und ihren Ausbau möglichst fördern.

Die „Arbeitsgemeinschaft zur Prüfung elektrischer Anlagen auf dem Lande" (Arbeg) hat in umfangreichem Maße Verträge für die Überprüfung der elektrischen Anlagen abgeschlossen und die hiermit verbundene Tätigkeit, wonach alle Ortsnetze und Zähler in Abständen von fünf Jahren einmal geprüft werden, aufgenommen. Außer dieser Prüftätigkeit wurden Beratungen über Neu- und Nachinstallationen, Umbauten, Projekte und Betriebsangelegenheiten gegeben. Die Arbeg hat sich auch für die Arbeitsbeschaffung günstig ausgewirkt.

Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens 1934.

Von H. Thieß, Sibiu-Hermannstadt.

621. 311. 1. 003 (498)

Übersicht. Es wird der Stand der Elektrizitätsversorgung Rumäniens für 1934 gezeigt und auf die Einwohnerzahl und Anzahl der mit Elektrizität versorgten Orte hingewiesen; ferner werden Vergleichsdaten über Stromabgabe und Strompreise einiger Elektrizitätswerke Rumäniens gebracht und schließlich die in den Städten vorhandenen Straßenbahnbetriebe behandelt.

Gelegentlich des am 6. 10. 1935 in Konstanza abgehaltenen Kongresses des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Arbeit in Rumänien (APDE) wurde durch dessen Präsidenten auf verschiedene noch zu lösende Probleme hingewiesen, so z. B. auf die Organisation der kommunalen Werke, die ohne politische Beeinflussung von außen geleitet werden müßten, ferner auf die Frage der Überwachung der elektrischen Installationen, auf die Bildung einer Pensionskasse für die Angestellten der öffentlichen El.-Werke usw. Auch wurde bei dieser Gelegenheit die Notwendigkeit einer Änderung des bestehenden Energiegesetzes betont[1]). Besonderen Beifall fanden die Äußerungen des Industrie- und Handelsministers über die Gewährung einer großzügigen Freiheit in bezug auf die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft Rumäniens.

Die Stromversorgung im Jahre 1934 veranschaulicht Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Art der Stromerzeugung.

Stromart	Zahl der öff. E. W.	Leistung kW	Prozent aller Werke	Prozent der Gesamtleistung
Gleichstrom . . .	103	25 000	51	11,6
Drehstrom	98	190 600	49	88,4
insgesamt 1934 . .	201	215 600	—	—
„ 1933 . .	177	212 000	—	—

Der Einfachheit halber sind in Zahlentafel 1 die Ein- und Zweiphasenstromwerke zu den Drehstromwerken gezählt worden, da nur noch drei derartige Unternehmen vorhanden sind, die in absehbarer Zeit ebenfalls auf Drehstrom übergehen dürften. Der Sprung von 177 des Jahres 1933 auf 201 El.-Werke für 1934 ist dadurch entstanden, daß manche Werke aus früheren Jahren erst jetzt erfaßt worden sind.

Die Dieselmotoren stehen der Anzahl nach (Zahlentafel 2) an erster Stelle (63 % aller installierten Maschinen). Eine einschneidende Änderung dieser Lage wird nur dann eintreten, wenn die Überlandzentralenbewegung größere Formen angenommen hat und die zahlreichen kleineren Ortszentralen die Möglichkeit haben werden, aus derartigen Überlandnetzen Strom zu beziehen. Von den in Zahlentafel 1 angegebenen 201 öffentlichen Werken entfallen 103 auf Privatgesellschaften und 77 auf Gemeinde-

Zahlentafel 2. Art der Betriebskraft und Leistung.

Antriebsmaschinen	Zahl	Leistung kW	Prozent der Gesamtleistung	mittlere Einzelleistung kW
Wasserturbinen	66	27 400	12,7	415
Dampfmaschinen und Turbinen	82	131 800	61,2	1600
Dieselmaschinen	315	54 000	25,0	172
Gas- und Benzinmotoren .	32	2 400	1,1	75
insgesamt 1934	495	215 600	—	435
„ 1933	469	212 000	—	452

Zahlentafel 3. Jahreserzeugung nach Art der Kraftquelle.

Kraftquelle	Jahreserzeugung Mill kWh	Prozent der Gesamterzeugung	mittlere Jahres-Benutzungsdauer h	Ausnutzungsfaktor %
Wasser	75	19,4	2740	31,2
Dampf	242	62,6	1840	21
Öl.	66	17,2	1220	13,9
Gas und Benzin . . .	3	0,8	1250	14,3
öffentl. El.-Werke . .	386	—	1790	20,4
Fremdstrom aus Eigenanlagen	12	—	—	—
Jahr 1934	398,0	—	—	—
„ 1933	334,5	—	—	—

unternehmungen; 17 Werke führen einen gemischtwirtschaftlichen Betrieb, während 4 Werke staatlichen Charakter haben.

Nach Zahlentafel 3 sind demnach für die öffentliche Elektrizitätsversorgung 398 Mill kWh erzeugt worden, d. i. eine Steigerung von 19 % gegenüber 1933, während der Ausnutzungsfaktor von 17,5 aus 1933 auf 20,4 für 1934 gestiegen ist. Von den für die öffentliche Stromversorgung erzeugten 398 Mill kWh entfallen 30 Mill kWh auf den Eigenverbrauch und 52 Mill kWh auf die Verluste, so daß die nutzbare Stromabgabe für 1934 mit 316 Mill kWh angegeben werden kann, gegenüber 261 Mill kWh des Jahres 1933.

Zahlentafel 4 gibt ein Gesamtbild über die Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Zahlentafel 4. Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Leistung 1000 kW	Erzeugung Mill kWh	Benutzungsdauer h
Öffentliche Werke . .	215,6	386	1790
Eigenanlagen	188,0	365	1950
insgesamt 1934. . . .	403,6	751	1860
„ 1933. . . .	372	592	1590

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1079.

Zahlentafel 5. Abgabe und Strompreise einiger Elektrizitätswerke Rumäniens.

Versorgungsgebiet	Stromabgabe 1933	Stromabgabe 1934	Strompreise 1935 für Licht*)	Strompreise 1935 für Kraft*)	Abgabe 1934 je Einwohner
	Mill kWh	Mill kWh	Pf/kWh	Pf/kWh	kWh
Arad	4,46	5,04	32½	17½	49
Bucarest	95,54	104,97	22½	15	180
Çampina	29,67	51,71	27½	11	Petroleumgebiet
Cluj-Klausenburg	7,46	7.87	26	20	76
Galati	5,96	6,80	25	20	60
Sibiu-Hermannstadt	10,02	10,08	30	15	120**)
Timisoara-Temesvar	12,78	13,53	32½	20	143

*) mit Rabatten. — 1 RM = 40 Lei.
**) einschließlich 15 angeschlossener Gemeinden, Stadt allein rd. 135 kWh je Einwohner.

Während die Jahreserzeugung, bezogen auf die öffentliche Elektrizitätsversorgung, 22 kWh je Kopf der Bevölkerung ausmacht, beträgt diese in bezug auf die Gesamterzeugung 40 kWh je Einwohner. Von den rd. 18,5 Mill Einwohnern ist in etwa 410 Ortschaften mit zusammen 4 115 000 Einwohnern elektrischer Strom eingeführt, und zwar entfallen auf die mit Gleichstrom versorgten Orte 1 160 000 und auf die mit Wechselstrom gespeisten Orte 2 955 000 Einwohner. Die Gesamtlänge der Hochspannungs-Übertragungsleitungen beträgt etwa 1710 km*[2]). Die Gebrauchsspannungen sind vorwiegend Gleichstrom 220 V und Drehstrom 220/380 V.

Zahlentafel 5 bringt die Abgabe und die Strompreise einiger größerer El.-Werke.

Die in neun Städten vorhandenen elektrischen Straßenbahnen haben eine Betriebslänge von 205 km, es wurden insgesamt 54,5 Mill Wagen-km zurückgelegt bei einem Stromverbrauch von 44,4 Mill kWh, so daß im Mittel auf 1 Wagen-km 855 Wh entfallen. Befördert wurden 1934 rd. 187 Mill Personen, d. h. es entfallen im Mittel 3,44 Personen auf 1 Wagen-km.

Zusammenfassung.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Rumäniens weist für das Jahr 1934 eine Steigerung von 19 % auf, d. h. die Jahreserzeugung stieg von 334,5 Mill kWh des Jahres 1933 auf 398 Mill kWh, d. h. es entfallen 22 kWh je Kopf der Bevölkerung. Die normalen Strompreise schwanken bei den wichtigeren El.-Werken zwischen 25 und 32½ Rpf je kWh für Licht und zwischen 11 und 20 Rpf je kWh für Kraft. Die Straßenbahnbetriebe weisen im Gesamtmittel 855 Wh und 3,44 beförderte Personen je Wagen-km auf.

*[2]) ETZ 54 (1933) S. 935.

Elektrizitätsversorgung Chinas.

(Schluß von S. 128.)

621. 311. 1. 003 (51)

Wie aus Zahlentafel 1 (S. 127) ersichtlich, befinden sich etwa 95 % der Werke im Privatbesitz. Von den 448 Werken, deren Verteilung über die 4 Größenklassen in Zahlentafel 3 (S. 128) angegeben ist, waren 179 bei der Regierung eingetragen, und zwar 7 der I., 22 der II., 56 der III., 94 der IV. Klasse. Von diesen Werken haben mit Gewinn 104 (7 + 18 + 35 + 44), ohne Gewinn und Verlust 15 (0 + 1 + 4 + 10), mit Verlust 60 (0 + 3 + 17 + 40) gearbeitet.

Abb. 1. Wasserkräfte Chinas.

Nach einer Angabe im Chinese Economic Bulletin, Shanghai, waren im November 1934 194 Elektrizitätsunternehmen bei der Regierung eingetragen. Von diesen liegen 65 in Kiangsu, 66 in Chekiang, 11 in Anhwei, 5 in Kiangsi, 6 in Hupeh, 5 in Hunan, 3 in Szechuan, 3 in Fukien, 4 in Kwangtung, 1 in Yunnan, 10 in Hopeh, 2 in Honan, 7 in Shantung, 3 in Shansi, 1 in Charhar, 2 in Suiyuan. Hieraus ist eine leichte Erholung der chinesischen Wirtschaft nach den Kriegswirren zu erkennen. Zahlentafel 4 gibt Aufschluß über die Antriebskraft, wobei einerseits die große Verwendung der Dampfturbine und die nahezu unentwickelte Wasserkraft zur Stromerzeugung zu beachten ist. Von letzterer sind in der Provinz Szechuan 210 kW, in Hsikang 25 kW, in Fukien 174 kW, in Yunnan 1752 kW ausgebaut. In Hsikang ist die Wasserkraft die alleinige Erzeugungsquelle elektrischer Arbeit, in Yunnan deckt sie mit einer jährlichen Erzeugung von 3 340 000 kWh fast den gesamten Bedarf. Dem Jahresbericht ist ein Anhang angeschlossen, in dem alle bisher errichteten und der öffentlichen Stromversorgung dienenden Unternehmungen mit chinesischem Besitzrecht angeführt sind. Es sind 552 Kraftwerksunternehmen, von denen im Berichtsjahr 1933 nur 448 (Zahlentafel 1, S. 127) im Betrieb waren. Die Werke über 1000 kW Leistung in einheimischem wie ausländischem Besitz sind in der Zahlentafel 5 mit den Stromtarifen für Licht, Kraft, Wärme zusammengestellt, die sehr verschieden und meistens weitgehend gestaffelt sind.

Die chinesische Regierung hat durch ihren Industrieminister ein umfangreiches Wirtschaftsprogramm für

Zeichenerklärung zu Abb. 1. (WKW bedeutet Wasserkraftwerk.)

Yangtszekiang und Nebenflüsse:

5 Hupeh: Projekte Wuchang, Sha-shih, Ischang. In der Prüfung WKW Ichang für 20 000 kW, 40 000 000 $.

2 Chekiang: Projekt Wenchow-Nanantsun mit Staudamm bei Hsiaochi, 2600 PS, 1 900 000 $.

7 Szechuan: Projekte für Wanshin, Chungking, Chengtu.
WKW Luhsien, 320 PS, in Betrieb.
WKW Min Sheng bei Hochuan, 80 kW, in Betrieb.
WKW Chi Ming bei Chengtu in Betrieb.
Projekt Chintang am Yuhungchiao WKW.

4 Kiangsi: Genehmigtes Projekt Nanchang am Kankiang. 3 200 000 $.

8 Hsikang: Projekte Kuanhsien, Fengtu, Kaokeng.

Hwangho (Gelber Fluß):

18 Shensi: WKW Hung Shi Hsia im Distrikt Yuling. 678 kW, 55 000 $, da Staudamm schon vorhanden ist.

21 Suiyuan: Verschiedene Regierungsprojekte.

Hsikiang (Westfluß):

10 Kwantung: Projektiertes WKW Wenchiang. 42,5 Mill $.
Yungkong WKW im Bau.

Die Ziffern auf der Abb. entsprechen denen für die Provinzen in Zahlentafel 1.

3 bis 4 Jahre aufgestellt, in dem der Ausbau elektrischer Kraftwerke für die öffentliche Stromversorgung vorgesehen ist. Es wurde ein Reichswirtschaftsrat geschaffen, in dem die chinesische Regierung zusammen mit den leitenden Kreisen der chinesischen Wirtschaft unter Mitwirkung einer großen Reihe ausländischer Wirtschaftssachverständiger die Pläne für den Ausbau der Industrie auf den verschiedensten Gebieten und für ihre Stromversorgung aufstellt. Besondere Beachtung wird dem Ausbau der reichen Wasserkräfte Chinas geschenkt, unter denen der Yangtszekiang mit seinen Nebenflüssen in Mittelchina und der Hwangho (Gelber Fluß) im Norden Chinas eine wesentliche Rolle spielen. Die Abb. 1 gibt einen Überblick über die Wasserkräfte mit einigen Kraftwerksprojekten in verschiedenen Provinzen. Die ausbaufähigen Wasserkräfte Chinas werden bis zu 40 Mill PS geschätzt, mit denen sich etwa 145 Mrd kWh erzeugen ließen. In der Provinz Hupeh dürften am Yangtszekiang bei den Städten Wuchang, Ichang, Shasi 8 bis 10 Mill PS, in der Provinz Szechuan am Mingkiang und oberen Yangtszekiang 15 bis 20 Mill PS zu gewinnen sein. Beide Provinzen sind besonders für die Industrialisierung in Aussicht genommen. In den übrigen Provinzen überschreiten die Wasserkräfte nicht je 0,5 Mill PS; sie liegen zum Teil weit darunter. Im übrigen hat die beruhigte politische Lage in letzter Zeit die Entwicklung der Kraftwerke gefördert. Erweiterungen und Neuanlagen wurden geschaffen, bei deren Einrichtungen auch die deutsche Industrie in erfreulicher Weise mitgewirkt hat. In der Provinz Kiangsu kamen im El.-W. Soochow 1 · 3300 kW und im El.-W. Tsishuyen 1 · 7500 kW in Betrieb, im El.-W. Nanking ist 1 · 15 000 kW im Bau und für das El.-W. Chapei bei Shanghai wurden 1 · 12 500 kW und für Nantao bei Shanghai 2 · 15 000 kW bestellt. Eine neue Kraftgesellschaft soll in Westshanghai errichtet werden, die Lichtstrom zum westlichen Distrikt von Shanghai im Einvernehmen mit der Greater Shanghai-Stadtregierung und der Shanghai Power Comp. liefert. In der Provinz Hopeh sind verschiedene Anlagen in Bau, so in Peping 1 · 15 000 kW, in Pao Ting 2 · 1250 kW, in Shiakiachwang 1 · 500 kW. In der Provinz Kwangtung ist in Canton eine neue Zentrale mit 2 · 15 000 kW im Bau, desgleichen in der Provinz Hunan in Changsa mit 1 · 7500 kW. In der Provinz Chekiang sind in Ning Po 1 · 3200 kW, im Kraftwerk von Hangchow 1 · 7500 und 1 · 8900 kW in Betrieb gekommen. Auch in der Privatindustrie wurden verschiedene Kraftwerksanlagen neu gebaut oder erweitert.

Zahlentafel 4. Verteilung der Kraftwerke in einheimischem Besitz nach Antriebskraft und Stromart.

Antriebskraft:	Leistung in kW	in %	Erzeugung in kWh	in %
Dampfturbine	202 629	80,6	508 963 102	86,1
Dampfkolbenmaschine	15 108	6,0	21 733 971	3,7
Ölmotor	25 499	10,1	45 725 018	7,7
Sauggasmotor	6 099	2,4	10 876 688	1,8
Wasserkraft	2 161	0,9	4 102 525	0,7
insgesamt	251 495	100,0	591 401 304	100,0

Stromart:	Leistung in kW	in %
Gleichstrom	7 615	3,0
Wechselstrom 50 Hz	176 581	70,2
Wechselstrom 60 Hz	65 352	26,0
Wechselstrom unbekannter Hz-Zahl	1 947	0,8
insgesamt	251 495	100,0
Stromabgabe	in kWh	in %
für Licht	194 418 454	32,9
für Kraft	194 625 673	32,9
für Eigenbedarf und Verlust	202 357 177	34,2
insgesamt	591 401 304	100,0

Zahlentafel 5. Tarife der Kraftwerke über 1000 kW Leistung einheimischen und ausländischen Besitzes.

Provinz	Ort	Leistung kW	Eigentümer	Anlagekapital \$ [1])	Stromart	Tarif für Licht in \$ [1]) Pauschal/Lampenjahr	Tarif für Licht in \$ [1]) kWh	für Kraft in \$ kWh	für Wärme in \$ kWh
1. Kiangsu	Nanking	13 810	chin.	3 410 307	W	—	0,2 ··· 0,07	0,06 ··· 0,03	0,07
	Tsingkiang	3 070	chin.	870 468	W	1,2	0,2	0,10 ··· 0,05	0,10 ··· 0,05
	Shanghai North. Dist.	20 500	chin.	9 509 331	W	—	0,18 ··· 0,108	0,07 ··· 0,046	0,055
	Shanghai South. Dist.	16 000	chin.	4 279 321	W	—	0,18 ··· 0,108	0,062 ··· 0,042	0,042
	Shanghai Power Co.	161 000	amerik.	—	W	—	0,12 ··· 0,045	0,045 ··· 0,030	1,00/Jahr
	Shanghai Straßenbahn u. Licht	26 320	franz.	—	W	—	0,13 ··· ?	0,045 ··· 0,035	0,04
	Soochow	9 350	chin.	2 308 596	W	1,2 (20 W)	0,20 ··· ?	0,085 ··· 0,038	0,08
	Wusih & Changchow	9 600	chin.	2 357 175	W	—	0,18 ··· 0,14	0,055 ··· 0,03	0,144 ··· 0,126
	Changchow	1 700	chin.	576 000	W	1,35 (20 W)	0,18	0,055	—
	Kiangdow	1 500	chin.	517 565	W	1,32	0,22	0,10 ··· 0,09	—
2. Chekiang	Hangchow	20 100	chin.	6 815 002	W	0,80 (25 W)	0,20	0,064 ··· 0,05	—
	Shaohing	1 328	chin.	1 100 000	W	—	0,27	0,10 ··· 0,045	—
	Wentchow	1 586	chin.	406 300	W	—	0,24	0,08	0,12
	Tientsin	3 464	chin.	827 125	W	1,40 (20 W)	0,25	0,10 ··· 0,05	—
3. Anhwei	Wuhu	2 490	chin.	858 659	W	1,80 (25 W)	0,21	0,12	—
4. Kiangsi	Nantschang	1 074	chin.	698 982	W	2,00	0,30	—	—
5. Hupeh	Wuschang	1 600	chin.	312 936	W	2,50 (60 W)	0,22	—	—
	Hankow	16 500	chin.	3 715 250	W	3,00 (40 W)	0,22	0,10	0,10
	Hankow	5 200	engl.	—	W	—	0,21 ··· 0,10	—	0,10
6. Hunan	Changsha	4 500	chin.	701 040	W	2,25 (50 W)	0,18	0,14	—
7. Szechuan	Changtu	1 275	chin.	584 438	W	1,50 (20 W)	0,315	—	—
	Chungking	3 400	chin.	2 000 000	W	—	0,28	0,12 ··· 0,08	0,08 ··· 0,06
9. Fukien	Foochow	5 500	chin.	2 667 493	W	1,10 ··· 1,35	0,24	0,12 ··· 0,06	—
	Tschiagman	2 300	chin.	1 330 203	W	0,88	0,24	0,09 ··· 0,05	—
10. Kwangtung	Kwangchow	24 000	chin.	—	W	—	0,20	0,105 ··· 0,07	—
	Nanhsing	1 520	chin.	35 832	W	—	0,30 ··· 0,25	—	—
	Shonte	2 900	chin.	140 000	W	2,00	0,40	—	—
	Tschunshan	2 000	chin.	648 000	W	—	0,30 ··· 0,21	0,15 ··· 0,12	—
	Shantow	2 360	chin.	200 000	Gl	2,10 (25 W)	0,26 ··· 0,208	0,26 ··· 0,13	—
	Kowloon	19 500	engl.	—	—	—	0,18	0,07	0,07
11. Kwangsi	Wuchow	1 000	chin.	—	W	1,60	0,32	0,18 ··· 0,10	—
13. Yunnan	Chunning	1 750	chin.	1 300 000	W	—	0,45	—	—
14. Hopeh	Peiping Elect. L. Co.	20 035	chin	8 923 959	W	1,30	0,22 ··· 0,187	0,10 ··· 0,085	—
	Tientsin Licht und Straßenbahn	15 800	belg.	—	—	—	0,25	0,10 ··· 0,06	0,10
	Tientsin	7 500	engl.	—	—	—	0,20	0,06 ··· 0,035	0,05
	Tientsin	2 000	japan.	—	—	—	—	—	—
	Tientsin	6 000	franz.	—	—	—	0,28 ··· 0,15	0,10 ··· 0,06	0,04
16. Shantung	Tsinan	3 120	chin.	1 007 764	W	0,95 (20 W)	0,28	0,13 ··· 0,05	—
	Tsingtao	13 800	chin.	2 000 000	W	1,20	0,25 ··· 0,21	0,07 ··· 0,05	0,055 ··· 0,045
	Cheefoo	2 700	chin.	858 463	W	1,20	0,25	0,095 ··· 0,075	—
17. Shansi	Taiyüan	1 750	chin.	1 136 560	W	1,00	0,20	0,06	—

[1]) Siehe Zahlentafel 1 (S. 127). (Das Zeichen \$ bedeutet in dieser Veröffentlichung Hongk. Dollar.)

Zusammenfassung.

Die Elektrizitätsversorgung Chinas hat im Jahre 1933 Fortschritte gemacht. Die Stromerzeugung der 458 Elektrizitätswerke im in- und ausländischen Besitz belief sich auf 1⅓ Mrd kWh, d. s. 14,7 % mehr als 1932. 6,5 % der Gesamtbevölkerung mit rd. 458 Mill Köpfen wurde mit Strom versorgt, wobei die Zunahme gegen 1932 zu 14 % angegeben wird. Der Schwerpunkt der bisherigen Entwicklung liegt in den Provinzen Kiangsu, Kwangtung, Chekiang, Hopeh. Die jetzige Regierung legt großen Wert auf den Ausbau der bedeutenden Wasserkräfte Chinas. Besonders zukunftsreich sind hier die Provinzen Hupeh und Szechuan. Mehrere Wasserkraftwerksprojekte sind hier bereits im Fluß. Auch sonst gestaltet sich scheinbar mit der Beendigung des Krieges die wirtschaftliche Lage günstiger, was sich in nicht unerheblichen Kraftwerksneuanlagen und -erweiterungen zeigt.

A. Przygode.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

382. 5/6 : 621. 3 **Deutscher Elektroaußenhandel 1935.** — Die deutsche Elektroausfuhr betrug im Jahre 1935 233,2 Mill RM, das sind 7 Mill RM oder 3 % mehr als im Jahre 1934. Bei Ausschaltung der Preisveränderung beträgt die prozentuale Zunahme schätzungsweise 14 %.

Zahlentafel 1 zeigt die Elektroausfuhr nach Warengruppen für die drei Jahre 1933 bis 1935. Hauptträger der Zunahme im Jahre 1935 waren die Gruppen Telegraphie und Telephonie mit Draht, Elektromedizin und Akkumulatoren, deren Ausfuhr um durchschnittlich 25 % stieg, es folgen Kabel und Draht und Isolierrohr mit mehr als 10 % Ausfuhrzunahme; bei Maschinen, Glühlampen, Meß- und Zählvorrichtungen, Sicherheits- und Signalapparaten, Schaltapparaten und nicht besonders benannten Vorrichtungen und galvanischen Elementen stieg die Ausfuhr bis 5 %. In den übrigen bedeutenderen Gruppen konnte der Ausfuhrwert des Vorjahres nicht erreicht werden, wenn auch auf wichtigen Gebieten — drahtlose Telegraphie und Telephonie, Koch- und Heizapparate, Maschinenteile — die ausgeführte Menge gegenüber 1934 gestiegen ist.

Zahlentafel 2 zeigt die Ausfuhr nach Ländern. Europas Anteil an der deutschen Elektroausfuhr ist 1934 von 81 % auf 76,4 % 1935 zurückgegangen, wertmäßig hat Europa 3 % weniger als 1934 aufgenommen. Im Gegensatz dazu hat Übersee 27 % mehr als 1934 an deutschen Elektroerzeugnissen bezogen, und zwar stieg die Ausfuhr nach sämtlichen Erdeilen, nach Afrika und Asien um ewas über 30 %, nach Nordamerika um 50 %, nach Südamerika um 15 %, nach Australien um 67 %. Innerhalb Europas sind außer der UdSSR wieder die verminderten Bezüge der großen westeuropäischen Abnehmer Niederlande, Frankreich, Belgien, ferner der Schweiz, Dänemarks, der Tschechoslowakei und Litauen Ursache für die ungünstige Ausfuhrgestaltung. Nach den übrigen Ländern ist die deutsche Elektroausfuhr gestiegen.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr nach Ländern.

Herkunftsländer[1])	1933 1000RM	1934 1000RM	1935 1000RM	Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr 1933 %	1934 %	1935 %
Niederlande	7 762	9 003	6 444	29,1	32,6	31,1
Ungarn	2 793	3 199	3 293	10,5	11,6	15,9
Schweiz	3 904	2 367	2 019	14,6	8,5	9,8
Österreich	1 656	1 878	1 536	6,2	6,8	7,4
Belgien-Luxemburg	832	1 401	1 141	3,1	5,0	5,5
V. S. Amerika	2 080	1 939	1 074	7,8	7,0	5,2
Großbritannien	917	925	759	3,4	3,3	3,7
Dänemark	637	665	732	2,4	2,4	3,5
Frankreich	903	826	696	3,4	3,0	3,4
Tschechoslowakei	1 723	1 270	641	6,5	4,6	3,1
Schweden	625	707	546	2,3	2,5	2,7
Italien	492	432	409	1,8	1,5	2,0
Norwegen	257	266	257	1,0	0,9	1,2
sonstige	1 151	747	769	4,3	2,8	3,7
Saargebiet[2])	974	2 064	380	3,6	7,5	1,8
insgesamt	**26 706**	**27 689**	**20 696**	**100**	**100**	**100**

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1935.
[2]) Bis März 1935.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektroaußenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr			Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr			Einfuhr			Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr		
		1933 1000 RM	1934 1000 RM	1935 1000 RM	1933 %	1934 %	1935 %	1933 1000 RM	1934 1000 RM	1935 1000 RM	1933 %	1934 %	1935 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	3 700	4 071	2 575	1,5	1,8	1,1	121	62	58	0,5	0,2	0,3
b—g	elektr. Maschinen	28 188	23 520	24 509	11,3	10,4	10,5	4559	3674	1966	17,1	13,3	9,5
h	Anker, Kollektoren[1])	3 300	2 624	2 476	1,3	1,2	1,1	89	88	128	0,3	0,3	0,6
	zusammen Maschinen	**35 188**	**30 215**	**29 560**	**14,1**	**13,4**	**12,7**	**4 769**	**3 824**	**2 152**	**17,9**	**13,6**	**10,4**
908 a, b	Akkumulatoren	3 380	2 417	2 968	1,3	1,1	1,3	199	275	201	0,7	1,0	1,0
909	Kabel	12 542	10 774	11 616	5,0	4,8	5,0	422	1 160	928	1,6	4,2	4,5
890 a	isolierter Draht für die Elektrotechnik	9 134	9 740	11 540	3,7	4,3	4,9	492	826	274	1,8	3,0	1,3
	zusammen Kabel u. Draht	**21 676**	**20 514**	**23 156**	**8,7**	**9,1**	**9,9**	**914**	**1 986**	**1 202**	**3,4**	**7,2**	**5,8**
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	1 347	1 185	894	0,6	0,5	0,4	156	231	100	0,6	0,8	0,5
911 a, b	Glühlampen	10 827	9 535	9 624	4,3	4,2	4,1	3 897	4 106	3 948	14,6	14,8	19,1
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	13 850	12 597	15 941	5,6	5,5	6,8	706	445	422	2,7	1,6	2,0
A 3	drahtlose Telegraphie und Telephonie	29 402	26 936	26 634	11,8	11,9	11,4	8 127	8 694	6 436	30,4	31,4	31,1
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	19 748	17 883	18 692	8,0	7,9	8,0	1 338	1 431	1 002	5,0	5,2	4,9
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	7 527	7 208	7 022	3,0	3,2	3,0	350	264	180	1,3	0,9	0,9
D	Röntgenröhren	3 051	3 319	2 913	1,2	1,5	1,2	355	348	251	1,3	1,3	1,2
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	10 966	10 185	9 720	4,4	4,5	4,2	724	511	382	2,7	1,8	1,9
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	3 989	3 497	3 627	1,6	1,5	1,6	80	139	68	0,3	0,5	0,3
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	55 668	51 050	52 293	22,4	22,5	22,4	3 390	3 674	2 919	12,7	13,3	14,1
F 3	Elektromedizin	9 101	8 815	11 208	3,7	3,9	4,8	686	666	501	2,6	2,4	2,4
F 4	galvanische Elemente	2 503	1 930	2 035	1,0	0,9	0,9	8	18	10	0,0	0,0	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2])	.	.	.	.	.	.	5	19	4	0,0	0,1	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	321	337	270	0,1	0,2	0,1	—	1	1	—	0,0	0,0
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr)[3])	992	1 135	1 295	0,4	0,5	0,6	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik	11 046	10 379	8 761	4,5	4,6	3,8	523	468	314	2,0	1,7	1,5
733 a	Porzellanisolatoren	1 935	1 906	1 794	0,8	0,8	0,8	—	—	1	—	—	0,0
906 D 15	Staubsauger	4 003	3 437	2 542	1,6	1,5	1,1	435	515	574	1,6	1,9	2,8
915 b 4	Elektrokarren[3])	214	68	114	0,1	0,0	0,0	—	—	—	—	—	.
735 a, b 799 f	anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr[3])	2 084	1 810	2 126	0,8	0,8	0,9	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911 b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[2])	.	.	.	.	.	.	44	74	28	0,2	0,3	0,1
	unvollständig angemeldet	46	29	31	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	**248 864**	**226 387**	**233 220**	**100**	**100**	**100**	**26 706**	**27 689**	**20 696**	**100**	**100**	**100**

[1]) Ausfuhr: Auch andere Teile von el. Masch. usw. [2]) Nur für die Einfuhr. [3]) Nur für die Ausfuhr.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern.

Länder	1933 1000RM	1934 1000RM	1935 1000RM	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr 1933 %	1934 %	1935 %
Europa	202 161	183 121	178 066	81,3	81,0	76,4
Afrika	4 971	4 836	6 410	2,0	2,1	2,7
Asien	17 215	17 406	23 013	6,9	7,7	9,9
Nord- u. Mittelamerika	4 498	3 032	4 537	1,8	1,3	1,9
Südamerika	18 953	17 028	19 594	7,6	7,5	8,4
Australien	1 041	937	1 562	0,4	0,4	0,7
nicht ermittelt	25	27	38	0,0	0,0	0,0
insgesamt	**248 864**	**226 387**	**233 220**	**100**	**100**	**100**
nach wichtigen Ländern in Europa[1]):						
Niederlande	33 197	30 908	26 652	13,3	13,3	11,4
Schweden	14 394	16 016	19 269	5,8	7,1	8,3
Italien	13 759	15 964	15 962	5,5	7,1	6,8
Frankreich	23 670	17 344	13 498	9,5	7,7	5,8
Großbritannien	11 811	10 975	11 638	4,7	4,9	5,0
Belgisch-Luxemburg	14 787	12 468	10 916	5,9	5,5	4,7
Schweiz	14 025	11 972	9 776	5,6	5,3	4,2
Norwegen	6 386	6 553	8 054	2,6	2,9	3,4
Spanien	6 837	6 758	7 611	2,7	3,0	3,3
Österreich	4 897	4 990	6 442	2,0	2,2	2,8
Dänemark	5 970	6 564	5 888	2,4	2,9	2,5
Tschechoslowakei	6 131	6 096	5 674	2,5	2,7	2,4
Finnland	3 647	3 838	5 507	1,5	1,7	2,4
Polen — Danzig	3 944	3 586	4 488	1,6	1,6	1,9
Rumänien	2 666	3 073	4 006	1,1	1,4	1,7
Griechenland	1 483	2 387	3 890	0,6	1,1	1,7
Bulgarien	880	940	3 720	0,4	0,4	1,6
Jugoslawien	2 030	1 567	2 472	0,8	0,7	1,1
Portugal	2 006	2 244	2 463	0,8	1,0	1,0
Ir. Freistaat	1 522	2 162	2 253	0,6	1,0	1,0
UdSSR.	18 813	6 594	1 977	7,6	2,9	0,8
Ungarn	1 150	1 272	1 887	0,5	0,6	0,8
Lettland	1 005	1 115	1 338	0,4	0,5	0,6
Estland	707	651	927	0,3	0,3	0,4
Litauen	1 027	886	503	0,4	0,4	0,2
Island	267	328	381	0,1	0,2	0,2
sonstige Länder[2])	152	159	217	0,1	0,1	0,1
Saargebiet[3])	4 998	5 711	657	2,0	2,5	0,3
zus. Europa	**202 161**	**183 121**	**178 066**	**81,3**	**81,0**	**76,4**
nach wichtigen Ländern in Übersee[1]):						
Argentinien	10 277	9 391	8 226	4,1	4,2	3,5
Brasilien	2 301	3 451	5 859	0,9	1,5	2,5
China	3 810	3 932	5 181	1,5	1,7	2,2
Brit.-Indien	2 990	3 990	5 175	1,2	1,8	2,2
Türkei	2 507	2 823	3 530	1,0	1,2	1,5
Japan	3 563	2 335	3 427	1,4	1,0	1,5
Brit.-Südafrika	2 078	2 254	2 799	0,8	1,0	1,2
Ndl.-Indien	2 218	2 090	2 436	0,9	0,9	1,0
Ägypten	1 394	1 314	2 158	0,6	0,6	0,9
Chile	528	754	2 036	0,2	0,3	0,9
Mexiko	1 221	914	1 827	0,4	0,4	0,8
V.S.Amerika	1 909	1 512	1 673	0,8	0,7	0,7
Austral. Bund	896	844	1 464	0,4	0,4	0,6
Uruguay	4 383	2 152	1 358	1,8	0,9	0,6
Palästina	767	824	1 073	0,3	0,4	0,5
Persien	539	601	985	0,2	0,3	0,4
Peru	218	298	742	01,	0,1	0,3
Columbien	714	549	659	0,3	0,3	0,3
Franz.-Marokko	465	429	426	0,2	0,2	0,2
Syrien und Libanon[4])	.	163	310	.	0,1	0,1
Venezuela	290	234	293	0,1	0,1	0,1
Ecuador	132	71	292	0,1	0,0	0,1
Canada	276	116	232	0,1	0,1	0,1
Siam	129	144	220	0,1	0,1	0,1
Kanar. Inseln	229	173	191	0,1	0,1	0,1
Guatemala	93	79	188	0,0	0,0	0,1
Costarica	153	90	178	0,1	0,0	0,1
Algerien	119	59	160	0,0	0,0	0,1
Cuba	170	111	149	0,1	0,0	0,1
Brit.-Malaya	57	82	146	0,0	0,0	0,1
Philippinen	188	130	102	0,1	0,1	0,0
sonstige Länder	2 089	1 357	1 659	0,8	0,5	0,7
zus. Übersee	**46 703**	**43 266**	**55 154**	**18,7**	**19,0**	**23,6**

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1935.
[2]) Badische Zollausschlüsse, Helgoland, Brit.-Bes. am und im Mittelmeer, Albanien.
[3]) Bis März 1935.
[4]) Erst seit 1934 getrennt ausgewiesen.

Von den überseeischen Ländern haben Argentinien, Uruguay, Franz.-Marokko und die Philippinen ihren Bezug an deutschen Elektroerzeugnissen weiter eingeschränkt, während sämtliche andere Länder erheblich mehr bezogen haben.

Die deutsche Elektroeinfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug im Jahre 1935 20,7 Mill RM, das sind 7 Mill RM oder 25 % weniger als im Jahre 1934. Wichtigste Gruppen sind nach wie vor drahtlose Telegraphie und Telephonie, Glühlampen, die Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannten Vorrichtungen und Maschinen, die zusammen 74,7 % der Einfuhr ausmachen. Hauptlieferländer waren die Niederlande, Ungarn, Schweiz, Österreich, Belgien-Luxemburg, V. S. Amerika, die drei Viertel der deutschen Elektroeinfuhr bestreiten. Mit Ausnahme von Ungarn liegt die Einfuhr aus sämtlichen Ländern unter dem Einfuhrwert von 1934.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Das Wirtschaftsjahr 1935[1]). — Wenn auch die fortbestehenden Störungen im internationalen Warenverkehr die Wiedereingliederung Deutschlands in den Welthandel noch verhindert haben, so ist doch eine wachsende Aktivität seiner Handelsbilanz festzustellen. Daß es trotz aller Schwierigkeiten gelungen ist, die nötigsten ausländischen Nahrungsmittel und Rohstoffe einzuführen, hebt die Industrie- und Handelskammer zu Berlin in ihrem z. T. merklich erweiterten Jahresbericht für 1935 als eine bewundernswerte Leistung hervor. Sie weist aber auch darauf hin, daß die Binnenwirtschaft niemals eine Entwicklung nehmen könne, die Deutschland ohne Schaden auf die Dauer vom Weltmarkt abzusperren vermöge. Selbst bei gutem Gelingen aller im Gang befindlichen Versuche und der Durchführung aller Pläne zur Verbreiterung unserer Rohstofferzeugung werde sich eine Rohstoffeinfuhr in gewissem Ausmaß nicht entbehren lassen. Anderseits könnten die staatlichen Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen auf die Dauer nur Hand in Hand mit einer Wiederbelebung der Ausfuhr zu vollem Erfolg führen, an deren bisher geringem Fortschreiten nicht mangelnder Wille der deutschen Wirtschaft und noch viel weniger die Güte ihrer Erzeugnisse die Schuld trügen, sondern Feindseligkeit und Preisunterbietungen der durch Währungsabwertung begünstigten Auslandskonkurrenz. Da der Beschäftigungsgrad der gesamten Industrie erheblich zugenommen hat, das Volkseinkommen infolge Sinkens der Arbeitslosigkeit erneut gewachsen und die öffentliche Investitionstätigkeit gestiegen ist, darf man unter Berücksichtigung der Verhältnisse wohl mit Befriedigung auf das im abgelaufenen Wirtschaftsjahr Erreichte zurückschauen. Vordringliche Aufgabe für 1936 wird es sein, den noch vorhandenen Rest an Erwerbslosen unterzubringen. „Eine Periode des Übergangs von noch nicht feststellbarer Dauer ist", so sagt die Kammer in ihrem Ausblick, „zu durchschreiten, um aus dem Chaos in eine Zukunft von einigermaßen gesicherter, krisenfester Wirtschaft zu gelangen. Der Weg dahin wird aber nicht eben sein."

Was die Kammer bezüglich des von den öffentlichen Elektrizitätswerken erzeugten und abgegebenen Stromes mitteilt, kann hier, weil im wesentlichen aus den Geschäftsberichten der an der Versorgung Groß-Berlins beteiligten Lieferungsgesellschaften für 1934/35 bekannt, übergangen werden. Beachtlich sind indessen wieder die Ausführungen über die fabrizierende und bauende Elektroindustrie, deren bedeutendsten Standort ja die Reichshauptstadt bildet. Ihre Beschäftigungsziffer zeigt eine Erhöhung um 10 %, der Auftragseingang hat sich stetig weiter entwickelt, doch folgten ihm die Umsätze wegen langer Lieferfristen für größere Anlagen erst in einem gewissen Abstand. Das in den Krisenjahren arg zerrüttete Preisgefüge war auf den meisten Gebieten noch unbefriedigend. In der Beschäftigung einzelner Fächer spiegelte sich die unterschiedliche Belebung der verschiedenen Wirtschaftszweige; hier kamen die Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Reichsregierung und die Umstellung in der Rohstoffwirtschaft sowohl unmittelbar als auch mittelbar stark zur Wirkung. Lebhafte Projektierungstätigkeit der Produktionsmittelindustrien läßt ebenso wie schon erteilte belangreiche Bestellungen einen weiteren Geschäftsaufschwung erwarten. Im Bereich der öffentlichen Stromversorgung brachte das Berichtsjahr die ersten Anzeichen beginnender Erneuerungen und Erweiterungen. Laufende Arbeit verschaffte den einschlägigen Werksabteilungen die stetige Konjunkturpolitik der Reichsbahn. Die Lieferungen an die Reichspost haben an Umfang zugenommen. Eine nennenswerte Erhöhung des Absatzes ergibt sich u. a. für Haushaltsgeräte, Glühlampen, Installationsmaterial, Instrumente, elektromedizinische Vorrichtungen und Kraftfahrzeuge. Die seit 1929 dauernd rückläufige Bewegung der Elektroausfuhr ist — der Erfolg großer Anstrengungen — durch eine etwa vierprozentige Steigerung abgelöst worden, die bei Ausschaltung des Preisfalls von im Mittel rd. 9 % gegen 1934 sogar etwa 15 % beträgt. Nach wie vor entfiel der Hauptteil des Elektroexports mit 75 % auf Europa, wo als Abnehmer der Westen und sodann die Länder des Sterlingblocks führten. Die überseeischen Absatzgebiete (besonders Südamerika, Britisch-Indien, China, Japan und die Südafrikanische Union) waren 1935 bereits mit 25 % beteiligt. *fm.*

[1]) Vorjahrsbericht ETZ 56 (1935) S. 144.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Meßtechnik.
Fachgruppenleiter: Postrat Dr. Moench VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. Stäblein am Dienstag, dem 18. Februar 1936, 20 h, im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über das Thema:

„Die Summenbildung bei den in der Praxis gebräuchlichen Fernmeßverfahren."

Inhaltsangabe:

1. Übersicht und Einteilung der Fernmeßverfahren.
2. Aufgaben für die Summenbildung (Gesamt- und Teilsummenbildung, Summe aus wählbaren Summanden, Meßbereich, Differenzbildung, Summenintegralbildung, Weitergabe von Summen durch Fernmessung).
3. Schaltungsmäßige Lösungen der Summenbildung
   a) bei Verfahren mit der Meßgröße proportionalem Gleichstrom;
   b) bei Verfahren mit der Meßgröße proportionaler Gleichspannung;
   c) bei Verfahren mit der Meßgröße entsprechend eingestellten Widerständen.
4. Lösungen für die Summenintegralbildung (Zählung von Arbeitsmengen).
5. Besprechung von ausgeführten Anlagen.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstraße 27, Fernruf: D 4 0011 App. 159

17. 2. 1936 „Belüftung und Kühlung elektrischer Maschinen" (Vortragender: Ingenieur K. Gloede)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. B. Schmidt, Charlottenburg, Goethestraße 87, Fernruf: C 1 2563

18. 2. 1936 „Zweckmäßige Installation in großen Verwaltungsgebäuden" (Vortragender: Dipl.-Ing. Holzapfel)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. Boekels, Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernruf: F 8 0014 App. 399

19. 2. 1936 „Regler" (Tirill) I. Teil (Vortragender: Oberingenieur Herklotz VDE, VDI)

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding, Berlin-Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501 App. 86

20. 2. 1936 „Einige Grundgrößen der Hochfrequenztechnik" (Vortragender: Ingenieur E. Ebbinghaus)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: C 1 0011 App. 128

21. 2. 1936 „Hochspannungssicherungen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Lohausen)

Der Arbeitskreis Rohstoffe der Jungingenieure des VDI veranstaltet am 14. 2. 1936 um 18 h im Vorstandszimmer des VDI einen Vortragsabend über das Thema: „Die Konservierung von Holz nach neuzeitlichen Verfahren" (Vortragender: Dipl.-Ing. Wilms). Die Elektro-Jungingenieure sind hierzu eingeladen.

Schulungsveranstaltungen des NSBDT.

Kreis I.

20. 2. 1936: Stützpunktgruppenversammlung III, 20 h 15 m, Charlottenburger Vereinshaus, Charlottenburg, Berliner Straße 60.

Kreis II.

20. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant Augusta-Hof, Wilmersdorf, Augustastraße 1.
21. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant Augusta-Hof, Wilmersdorf, Augustastraße 1.

Kreis III.

17. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant Pinger, Tempelhof, Dorfstraße 50.
18. 2. 1936: 20 h 15 m, Lichterfelder Festsäle, Lichterfelde, Finkensteinallee 36.

Kreis IV.

17. 2. 1936: Stützpunktgruppenversammlung Friedenau, 20 h 15 m, Restaurant Kaisereiche, Friedenau, Rheinstraße Ecke Illstraße.
18. 2. 1936: Stützpunktgruppenversammlung Tiergarten, 20 h 15 m, Café Morkaut, Berlin W, Potsdamer Straße 30.

Kreis VI.

21. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant Kyffhäuser, Waidmannslust, Waidmannstraße.

Kreis VII.

18. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant P. Kunze (Deutsches Vereinshaus), Berlin NO 18, Landsberger Straße 89.
21. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant P. Kunze (Deutsches Vereinshaus), Berlin NO 18, Landsberger Straße 89.

Kreis X.

19. 2. 1936: Kreisveranstaltung, 20 h 15 m, Kottbuser Klause, Bürknerstraße Ecke Kottbuser Damm (U-Bahnhof Schönleinstraße). Redner: Stadtbaurat Pg. Dr. Kölzow. Thema: „Die Rolle der Technik im Kampf um Deutschlands wirtschaftliche Freiheit".

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Braunschweig.

Am 19. 12. 1935 hielt vor dem Gau Herr Dipl.-Ing. Rödiger einen Vortrag über „Die Elektrofahrzeuge". Herr Rödiger ging zunächst auf die verschiedenen Wege ein, die man neuerdings bei dem Betrieb von Kraftwagen mit den verschiedensten Treibmitteln beschreitet. Einen großen Anteil an dem gesamten motorisierten Verkehr hat der Nahverkehr, d. h. der Verkehr von Wagen mit einer Tagesleistung unter 50 bis 60 km/Tag. In Amerika beträgt z. B. dieser Anteil 60 %, und in den europäischen Ländern ist er nicht wesentlich geringer. Gerade im Nahverkehr aber liegt die Stärke akkumulator-elektrisch betriebener Fahrzeuge, die ihren technischen und wirtschaftlichen Vorteilen entsprechend noch viel zu wenig benutzt werden. Herr Rödiger begründete die technische und wirtschaftliche Überlegenheit im Nahverkehr und teilte mit, daß zwar die Anschaffungskosten eines akkumulator-elektrischen Wagens in einzelnen Fällen höher sind als die eines Treibstoffwagens, daß aber der Kapitaldienst wesentlich geringer ist, da die Lebensdauer des elektrischen Wagens etwa dreimal so groß ist wie die eines Treibstoffwagens. Die Reichspost hat die größte Erfahrung über akkumulator-elektrische Wagen[1]), von denen sie allein in Berlin etwa 725 Stück in Betrieb hat. Erst 1921 hat diese Behörde die ersten der 1909 angeschafften Elektromobile abgestoßen, um ihren Fuhrpark zu modernisieren. Diese Fahrzeuge haben etwa 250 bis 300 000 km hinter sich; sie haben die ganze Kriegszeit hindurch trotz

[1]) Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 612.

schlechtester Wartung Dienst getan, und viele von ihnen sind heute noch in Privathand in Betrieb. Ebenso steht es in Dortmund mit den Wagen der Städtischen Müllabfuhr, die vor 20 Jahren die empfindlichen Benzinwagen durch akkumulator-elektrische Fahrzeuge ersetzte. Trotz schärfster Anforderungen sind diese Wagen noch heute in Betrieb. Der Stromverbrauch der akkumulator-elektrischen Wagen ist erstaunlich gering. Der elektrische Wagen von 1 t Tragfähigkeit verbraucht nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ kWh/km, der Fünftonner nur 1 kWh/km. Diese Zahlen geben den aus dem Netz zu entnehmenden Strom an, also einschließlich aller durch die Speicherung, Umwandlung usw. entstehenden Verluste; an der Batterie des Fünftonnenwagens wird noch nicht $\frac{1}{2}$ kWh/km verbraucht. Die wirtschaftliche Grenze des Fahrbereichs akkumulator-elektrischer Straßenfahrzeuge liegt bei etwa 150 km Tagesleistung, wenn man Wechselbatterien verwendet, für Schienenfahrzeuge (Triebwagen) und leichte Schienenomnibusse unter der gleichen Voraussetzung bei 300 bis 350 km. Verschiebelokomotiven, Bahnmeisterwagen, Plattformlokomotiven, Schleppfahrzeuge usw. können mit wirtschaftlichem Nutzen fast für jede bei ihrem Betrieb vorkommende Tagesleistung betrieben werden. Wasserfahrzeuge sind in der Tagesleistung nahezu unbeschränkt, da sie große Batterien mitnehmen können; wegen der verhältnismäßig geringeren Geschwindigkeit liegt jedoch die praktische Grenze bei 60 bis 100 km, je nach Größe. Im Anschluß an seine Ausführungen zeigte der Vortragende drei Filme von der Verwendung akkumulator-elektrischer Fahrzeuge in Industrie, Handel und Gewerbe, Schiffahrt und bei Bahn und Post, die ein anschauliches Bild von der vielseitigen Verwendung dieser Nahverkehrsmittel gaben.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 18. 2. (Di), $20^{h} 15^{m}$, „Saal der Technik": „Auswirkung der Rohstoffrage auf die Gestaltung und Herstellung elektr. Maschinen und Apparate". Dipl.-Ing. Borbeck.

Gau Braunschweig. 17. 2. (Mo), $20^{h} 15^{m}$, Hochspannungsinst.: „Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. E. Schulze VDE.

Gau Düsseldorf. 19. 2. (Mi), 20^{h}, Gesellschaft Verein: „Elektrotechnik in Prüf- und Versuchsanlagen unter bes. Berücks. d. elektro-dynamischen Leistungswaage". Dipl.-Ing. Lötterle VDE.

Gau Hansa, Hamburg. 19. 2. (Mi), 20^{h}, Techn. Staatslehranstalt.: „Durchdringung der Industrie mit Elektrizität" (mit Lichtb.). Obering. Bauer VDE.

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 14. 2. (Fr), 20^{h}, Techn. Hochschule: „Der Stromrichter als neues Maschinenelement" (m. Lichtb.). Dr. Leukert.

Gau Niederrhein, Rheydt. 13. 2. (Do), $20^{h} 15^{m}$, Palasthotel: „Fortschritte im Transformatorenbau". Dipl.-Ing. Cholewa.

Gau Niedersachsen, Hannover. 18. 2. (Di), $20^{h} 15^{m}$, Techn. Hochschule: „Geräuschbildung und Geräuschminderung bei elektr. Energieumsetzung". Prof. Dr. E. Lübcke.

Gau Magdeburg. 18. 2. (Di), $20^{h} 15^{m}$, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Heiteres und Ernstes aus dem Gebiet der Hochspannungsschaltanlagen". Dir. Dr.-Ing. H. Probst VDE. Obering. Meiners VDE.

Gau Pommern, Stettin. 21. 2. (Fr), $20^{h} 15^{m}$, Konzerthaus: „Neuzeitliche Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen". Dr.-Ing. W. Reiche VDE.

Gau Württemberg, Stuttgart. 20. 2. (Do), 20^{h}, Elektrot. Inst.: „Ein neues Fernsteuerungssystem (ohne Steuerleitungen) für Drehstromnetze" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Stadtbaurat Dr.-Ing. Jakob und Dipl.-Ing. Heyl VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Dir. Georg Riedel VDE, Vorstandsmitglied der Sächsischen Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG. und Direktor des Elektrizitätswerkes an der Lungwitz, feierte am 18. 1. 1936 das fünfundzwangzigjährige Jubiläum erfolgreicher leitender Tätigkeit im Konzern der Aktiengesellschaft Sächsische Werke. Georg Riedel baute von 1899 bis 1911 eine ganze Reihe deutscher Elektrizitätswerke und leitete technische Büros der Firmen Schuckert & Co., SSW und AEG. Nach Beendigung der Vorarbeiten übernahm er am 18. 1. 1911 mit der Gründung der Elbtal-Zentrale AG. deren Bau und Leitung und trat beim Übergang dieses Werkes an die Direktion der staatlichen Elektrizitätswerke in den Vorstand der nachmaligen Aktiengesellschaft Sächsische Werke ein, die er selbst seinerzeit mitgegründet hatte. — Es werden der Pioniere immer weniger, um so mehr hoffen wir, daß die bis an die Anfänge aller Elektrizitätsversorgung zurückreichenden Erfahrungen des Herrn Dir. Riedel den von ihm geleiteten Unternehmen und damit dem Volke noch recht lange erhalten bleiben.

G. Riedel.

SCHRIFTTUM.

Eingegangene Doktordissertationen.

Peter Ross, Über sekundäre Kathodenstrahlung. T. H. Aachen 1935.

Peter-Wolfgang Scheel, Die Betriebseigenschaften von Preßluft- und Elektroantrieben im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. (Erschien in Elektr. im Bergb. 1935, H. 2 bis 4.) T. H. Aachen 1935.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im Verein deutscher Ingenieure. Vereinigung für technisch-wissenschaftliches Vortragswesen im östlichen Ruhrbezirk, Dortmund. 14. u. 21. 2. (Fr), $19^{h} 30^{m}$, Ver. Techn. Staatslehranstalten, Dortmund: „Die Stromrichter" (m. Vorführ. u. Lichtb.). Stud.-Rat Dr.-Ing. P. Werners. Teilnehmerkarten für beide Abende kosten 1,50 RM.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Berlin. 13. 2. (Do), $17^{h} 30^{m}$, T. H.: 1. „Theorie und Praxis, ein Rückblick auf die Aktion Gutes Licht — Gute Arbeit". H. Steinwarz. 2. Beiträge zur photometrischen Bewertung und Messung verschiedenfarbiger Lichtquellen. a) „Die Filter-Photozelle in der objektiven Lichtmeßtechnik". J. Rieck. b) „Über neue Beobachtungen beim subjektiven Photometrieren". W. Arndt.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 18. 2. (Di), 19^{h}, Ingenieurhaus: „Die Internationale Automobil-Ausstellung 1936 unter bes. Berücks. des Nutzkraftwagenbaues" (m. Lichtb.). Reichsbahnrat Philipp.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 7. Februar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang — Berlin, 20. Februar 1936 — Heft 8

Elektrischer Bahnbetrieb vor 25 Jahren.

Von Dipl.-Ing. H. Tetzlaff VDE, Halle.

621. 331 (43)

Übersicht. Die Inbetriebsetzung und die Versuche auf der ersten elektrischen Fernbahnstrecke in Deutschland Dessau—Bitterfeld werden beschrieben. Auf die Entwicklungsgeschichte dieses mitteldeutschen Netzes, besonders seiner elektrischen Lokomotiven, wird näher eingegangen.

Am 18. 1. 1936 waren 25 Jahre vergangen, seitdem die erste elektrische Schnellzuglokomotive ihre Fahrten auf der preußischen Staatsbahnstrecke Dessau—Bitterfeld begann. Diese war die erste elektrisch betriebene Fernbahn in Deutschland. Das Kgl. Preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten hatte sich schon mehrere Jahre vorher mit der Einführung des elektrischen Zugbetriebes sehr sorgfältig und erfolgreich befaßt. Unter oberster Führung des Wirklichen Geh. Oberbaurats Dr.-Ing. Wittfeld waren einige kleine Versuchsbetriebe mit Einphasenwechselstrom von 25 Hz, nämlich zwischen Berlin-Niederschöneweide und Spindlersfeld sowie auf der Oranienburger Oberbauversuchsbahn, aufgenommen worden. Schon vorher wurde die Vorortbahn Berlin—Lichterfelde-Ost als Gleichstrombahn betrieben. Nachdem die Einphasenbahnmotoren und ihr Zubehör jene Vorproben bestanden hatten, war man einen erheblichen Schritt weitergegangen und hatte die Hamburger Stadtbahn mit Einphasenstrom 25 Hz elektrisiert. Nun tat man im Anschluß daran den Schritt hinaus auf die Fernbahnen. Das Bitterfelder Braunkohlenvorkommen ermöglichte billige Bahnstromerzeugung. Zugleich gab es in seinem Bereich ein wegen seines dichten Verkehrs zur Elektrisierung geeignetes Bahnnetz, von dem die 26 km lange Teilstrecke Dessau—Bitterfeld zum Ausgangspunkt der Elektrisierung erwählt wurde. Anfang 1910 geschah der erste Spatenstich zur Errichtung des Bahnkraftwerks Muldenstein. Genau nach einem Jahr war der erste Ausbau der Anlage betriebsfertig.

Ein Rückblick nach einem Vierteljahrhundert auf diese Ursprungszelle des deutschen elektrischen Fernbahnbetriebes bietet viel Fesselndes für den Fachmann. Die Staatsbahnverwaltung hatte der Elektroindustrie bei der Ausstattung der Bahn mit Fahrzeugen und ortsfesten elektrischen Anlagen viel freie Hand gelassen, um die Entwicklung geeigneter Bauformen im freien Wettbewerb zu fördern. Dies war der Sammlung von Erfahrungen förderlich und auch von seiten der Verwaltung uneigennützig, denn naturgemäß konnte nicht alles auf diesem neuartigen Gebiet auf den ersten Anhieb richtig ausfallen.

Am vorteilhaftesten schnitten für den Anfang, wo man noch keine Einheitsbauarten festlegen konnte, wohl die Fahrleitungen ab; bei den Kraftwerks- und Unterwerksausrüstungen gab es verhältnismäßig nicht viel Unerprobtes. Die verschiedenen Fahrleitungsformen, die damals durchweg an walzeisernen Jochen aufgehängt, von der AEG, den Bergmann Elektricitätswerken und den SSW geliefert wurden, hatten verhältnismäßig langen Bestand und konnten in ihrer Wirkungsweise wohl kaum bemängelt werden, zumal Fahrgeschwindigkeiten über 100 km/h auf diesem Bahnnetz damals kaum vorkamen. Zunächst war die Fahrdrahtspannung auf 10 kV festgesetzt. Schon im ersten Baujahr erhöhte man sie aber auf 15 kV zwecks Verkleinerung der Spannungsabfälle und

Von rechts nach links:
Direktor Frischmuth (SSW). Professor Dr.-Ing. Reichel (SSW). Ingenieur Gummi (SSW). Regierungs- und Baurat Röthig (Halle). Oberingenieur Schroedter (SSW). Regierungsbaumeister Heyden. Eisenbahndirektionspräsident Dr. Seydel (Halle). Regierungsbaumeister Brecht. Ministerialdirektor Wichert, Exz. (Berlin). Regierungsbaumeister v. Glinski. Oberbhfvorst. Naumann (Bitterfeld). Oberingenieur Arns (SSW). Geheimer Oberbaurat Wittfeld (Berlin).' Lokomotivführer Strätz.
Auf der Lokomotive: Ingenieur Kuhlo (SSW).

Abb. 1. Betriebseröffnung Dessau—Bitterfeld 1911.

Vergrößerung der Reichweite der Unterwerke. Die Frequenz hatte man mit Rücksicht auf die Motoren, in Abänderung der in den bisherigen Betrieben eingeführten, auf 15 Hz festgesetzt, steigerte sie aber mit Rücksicht auf später zu erwartende Netzkupplungen mit 50 Hz schon bei der Inbetriebsetzung auf $\frac{50}{3} = 16\frac{2}{3}$ Hz. Auch diese Maßnahme erforderte ebenso wie die Spannungserhöhung keine nachträglichen baulichen Änderungen.

Wohl die meisten Erfahrungen förderte aber der Betrieb Dessau—Bitterfeld und auch noch die erste Zeit des weiteren Ausbaues nach Magdeburg, Leipzig und Halle auf dem Gebiete der elektrischen Lokomotiven zutage. Mit einer gewissen Genugtuung wird der Elektrotechniker sich der vergangenen Zeiten und Sorgen er-

innern, die er nach und nach — das stand ja von vornherein fest — trotz aller Kinderkrankheiten völlig überwunden hat. Der Lokomotivbau ging von zwei Grundgedanken aus: Anlehnung an das bekannte Kuppelstangengetriebe der Dampflokomotiven und Zusammenfassung der Leistung in nur einen Motor oder nur höchstens zwei. Letzteres war durch den damaligen Stand wenig wirtschaftlicher Ausnutzung der elektrischen Wirkteile bei Einphasenmotoren und daher verhältnismäßig schwerer und teurer Bauverhältnisse je Motoreinheit begründet. Die Schaltung der Motoren, die heute eindeutig zugunsten des Reihenschlusses mit Wendefeld und Kompensation entschieden ist, war damals noch Gegenstand von Parallelversuchen mit Reihenschluß, Repulsionsschaltung und Bürstenverschiebung.

Die Steuerungen brauchten zum Heranreifen einer einheitlichen Bauweise verhältnismäßig noch längere Zeit als die Motorschaltungen. Zunächst versuchte man gleitende, stufenlose Zugkraftsteuerung durch elektrisch angetriebene Drehtransformatoren im Motorstromkreis. Die ersten Anfänge, auf die wir heute zurückblicken wollen, boten aber auch schon Beispiele für einfache Schützensteuerung mit Zugkraftsprüngen und für Bürstenverschiebung. Die heute bei der Deutschen Reichsbahn als Einheitssteuerung geltende Feinregleranordnung (Maffei-Schwartzkopff) wurde noch nicht eingeführt.

Abb. 2. Erste elektrische Schnellzuglokomotive 2 B 1 (SSW) 1911.

Abb. 1 rührt von der Eröffnungsfahrt Dessau—Bitterfeld her und zeigt die Fahrtteilnehmer mit der ersten Schnellzuglokomotive der SSW (Bauart 2 B 1) mit Drehtransformatorsteuerung. Die Abb. 2 gibt eine Gesamtansicht dieser ersten Lokomotive. Der Umspanner steht über dem zweiachsigen Laufdrehgestell, der Motor mitten zwischen den Treibachsen über der Blindwelle, so daß sein Kurbeltrieb senkrecht nach unten geht. Man erkannte bald das Unvorteilhafte der Getriebeanordnung, bei der das gesamte Drehmoment viermal bei jeder Radumdrehung durch die Blindwelle von einer Seite auf die andere übertragen werden mußte, also hohe Beanspruchung der Blindwelle und ihrer Lager ergab. Es war daher ein schon durch die räumliche Unterbringung von Motor und Umspanner bedingter Fortschritt, daß die kurz darauf gelieferte D-Güterzuglokomotive Abb. 3 einen etwa 45° geneigten Blindwellenantrieb bekommen hat. Die Laufeigenschaften der 2 B 1-Lokomotive waren so gut, daß man über 130 km/h mit einem Versuchszug erreichte, der die maßgebenden Herren der preußischen Behörden mit dem elektrischen Betrieb bekannt machen sollte. Der Zufall wollte es, daß dabei unbemerkt das einachsige Lenkgestell (Adamsachse) sogar vorauslief.

Hatte die vorbeschriebene 2 B 1-Lokomotive keinerlei besondere Kühlvorrichtungen für Motor und Umspanner, so ging man bei den D-Lokomotiven schon zur Verwendung von Lüftern für die Motorkühlung über. Die Transformatorkühlung wurde jedoch ebenso wie bei den 2 B 1-Lokomotiven durch einen unterm Dach von einer Stirnwand aus angeordneten Kühlluftkanal mit Hilfe des Fahrwindes besorgt. Auch hier wurde bei den Siemens-Schuckert-Lieferungen Drehtransformatorsteuerung verwendet. Die AEG baute einfache Schützensteuerung (auch bei einer von ihr gelieferten 2 B 1-Lokomotive), die Bergmann Elektricitätswerke bei einer 2 B 1 - Lokomotive Bürstenverschiebung, desgleichen Brown Boveri & Cie. bei einer D-Lokomotive (Abb. 4) und die Maffei-Schwartzkopff-Werke Drehtransformator. Diese (im ganzen sieben) Lokomotiven bildeten den Anfangsbestand des elektrischen Betriebes Dessau—Bitterfeld.

Abb. 3. D-Güterzuglokomotive (SSW) 1911.

Abb. 5 zeigt die erste elektrische Hauptbahnlokomotive, die überhaupt in Deutschland unter maßgebender Leitung von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel fertiggestellt worden ist, und zwar von den SSW für die Badische Wiesenthalbahn. Sie wurde zunächst ebenfalls in Bitterfeld eingesetzt, weil die elektrische Ausrüstung der badischen Strecke damals noch nicht fertig war. Man hatte bei dieser Lokomotive zwei Motoren angeordnet, den Transformator in der Mitte und als Steuerung ebenfalls den Drehtransformator genommen. Die Motoren standen unter den großen gewölbten Hauben und trieben über zwei Blindwellen die drei mittleren Achsen mit einem durchlaufenden Kuppelgestänge an (1 C 1). Heute weiß

Abb. 4. D-Güterzuglokomotive (BBC) 1911.

man, daß solche Verbindung schwerer umlaufender Massen durch Kurbelgetriebe schwer zu beherrschen ist, weil jede geringste Ungenauigkeit in Stangenlängen, Kurbelwinkel und Kurbelhalbmesser zerstörende Schüttelschwingungen auslöst. Da der Lokomotivbau damals Maßabweichungen von hundertstel Millimeter nicht zu berücksichtigen gewohnt war, zeigte die Wiesenthallokomotive diese Schüttelerscheinung gleich in ihrem größten Ausmaß. Bei einer Probefahrt steigerte sie sich zu einem Höchstwert und hörte dann ohne Veränderung der Geschwindigkeit

plötzlich ganz auf, so daß die Lokomotive ihren Lauf mit der ursprünglich erwarteten Ruhe fortsetzte und beendete. Allerdings entdeckte man nachher, daß sich die Stangen verbogen hatten und so die fehlende Nachgiebigkeit von sich aus ins Triebwerk hineingebracht hatten. Die Erscheinung war in ihrem Wesen noch nicht klar erkannt worden. Die mathematisch-physikalische Untersuchung verdanken wir zu einem Teil den Arbeiten des leider zu früh verstorbenen Dr.-Ing. A. Wichert und dem damaligen Regierungsbaumeister W. Kleinow. Zunächst baute man also noch eine weitere Lokomotive mit zwei Motoren (Abb. 6), Achsanordnung 1 D 1. Die Motoren

Abb. 5. Erste elektrische Lokomotive 1 C 1 in Bitterfeld (SSW) 1911.

arbeiteten auf eine gemeinsame Blindwelle mit schrägliegenden Treibstangen. Die Lokomotive war für Güterzüge bestimmt. Nach der Ablieferung zeigte auch diese Maschine, worüber man heute wohl nicht mehr verwundert wäre, Schüttelschwingungen. Sie wirkten sich diesmal aber so kräftig aus, daß ein großer Teil der Stangen sich nicht nur verbog, sondern zerbrach; die Lokomotive kam somit über den Versuchsbetrieb nicht hinaus. In ihrem Gesamtaufbau und ihrer Steuerung bot sie Gelegenheit, verschiedene Möglichkeiten auszuproben. Sie war zunächst

Abb. 6. 1 D 1-Güterzuglokomotive (SSW) 1911.

auch ohne jede Lüfterkühlung gebaut worden. Nach den Anfangserfahrungen mit den andern Lokomotiven schien es aber den Erbauern unvorteilhaft, die Motoren und den in ihrer Mitte stehenden Transformator wie bisher in ein geschlossenes Gehäuse zu setzen. Dieses war zwar schon fertiggestellt, doch schnitt man einfach auf eigene Verantwortung die Wände des Maschinenraumes bis auf kleine Teile heraus. Die empfindlichen Teile der Motoren (z. B. Stromwender) wurden mit Blechgehäusen verdeckt und durch zahlreiche Klappen zugänglich gemacht. Die erzielte bessere Kühlung erreichte natürlich lange nicht die mit Lüftern möglichen Ergebnisse, war aber immerhin bemerkbar.

Den Versuch, die Maschinenanordnung in eine offene Bauart umzuwandeln, führten die SSW nun außerdem noch bei zwei weiteren Lokomotiven fort, die von vornherein offen entworfen worden sind. Dabei verfolgten diese Bestrebungen auch eine Gewichtsverminderung; denn bei dem damaligen geringen zugelassenen Achsdruck von 16 bis 17 t kam man ständig in Nöte wegen der Gewichtsüberschreitungen beim Bau. In der Achsanordnung 1 C 1

Abb. 7. 1 C 1-Schnellzuglokomotive (SSW) 1913.

wurden also weiterhin eine Schnellzug- und eine Personenzuglokomotive gebaut, die sich hauptsächlich durch den Treibraddurchmesser unterschieden (Abb. 7). Sie bildeten den Übergang zur Anordnung nur eines einzigen Führerraumes, von dem aus die Strecke nach beiden Richtungen überblickt werden konnte, und die man auch heute noch bei kleinen Lokomotiven, besonders bei Verschiebelokomotiven, baut. Motor und Transformator stehen ganz frei. Da man wieder nur einen einzigen Motor verwandte und schrägen Blindwellenantrieb ausführte, gelang es, die Schüttelschwingungen schon einigermaßen zu überwinden.

Abb. 8. B-B-Güterzuglokomotive (AEG) 1914.

Die Steuerung (Drehtransformator) wurde am Ende der Lokomotive neben dem Haupttransformator aufgestellt. Die Lebensdauer dieser Lokomotiven war auch nicht groß, weil ihre Bedienung schwierig war und sie außerdem durch langen Stillstand während des Krieges der nötigen Pflege entbehrten. Bald darauf kamen zwei von den Maffei-Schwartzkopff-Werken erbaute D-Güterzug-Loko-

motiven in der gleichen offenen Anordnung in Betrieb, die noch bis in die Gegenwart hinein Dienst taten.

Auf Grund der vorliegenden Erfahrungen stellte die AEG während der Kriegszeit schon eine erfolgreichere Lokomotivbauart her. Bei dieser auf zwei Triebgestellen ruhenden Güterzoglokomotive B—B (Abb. 8) führte man erstmalig Zahnradübersetzung zwischen Motor und Blindwelle ein, eine Lösung, die viele Jahre hindurch als Grundregel angenommen worden ist. Man erhielt dadurch bei Verwendung zweier Motoren eine für ihre Leistung überraschend kleine und leichte Lokomotive. Der Umspanner wurde in die Mitte zwischen die beiden Führerstände gestellt und auf eine gewöhnliche Schützensteuerung geschaltet. Diese Lokomotiven (27 Stück) sind großenteils noch heute in Betrieb, teils in leichtem Güterzugdienst, teils nach Verkleinerung der Übersetzung im Personenzugdienst der Wiesenthalbahn. Erst etwa seit 1920 beginnt der naturgemäße stangenlose Antrieb durch Einzelmotoren je Achse sich durchzusetzen.

Abb. 9. Elektrisches Streckennetz zwischen Leipzig und Magdeburg 1935.

Wir begnügen uns mit diesem Rückblick auf die ersten Entwicklungsschritte der Einphasenlokomotive in Preußen, um anläßlich des Gedenktages uns ins Bewußtsein zu rufen, mit welchen Mitteln man damals begann, und welche gewaltige Entwicklung man in den vergangenen 25 Jahren durchlaufen hat. Kennzeichnend sind dafür nicht nur die Entwicklungszahlen des mitteldeutschen elektrischen Bahnnetzes: Dieses wuchs bis zum Herbst 1934, in dem der Streckenring: Leipzig—Bitterfeld—Dessau—Magdeburg—Köthen—Halle—Leipzig geschlossen wurde, auf 287 Streckenkilometer an. Angesichts der vielen großen Bahnhöfe und der zwei- bis viergleisigen Strecken ergab dies 1017 mit Fahrdraht überspannte Gleiskilometer (Abb. 9). Z. Z. wird dieses Netz von 85 elektrischen Lokomotiven und 7 Triebwagen befahren. Für den Elektrotechniker bemerkenswerter ist aber der Fortschritt in der Ausnutzung der Wirkteile elektrischer Lokomotiven, besonders ihrer Motoren. Dies zeigt die Zahlentafel 1. Man erkennt aus ihr, wie die Motoren immer leistungsfähiger und dabei leichter wurden, weil man ihre elektrischen Eigenschaften immer besser durcharbeitete

Zahlentafel 1. Entwicklung von Lokomotiv-Leistung und -Gewicht. (Einphasenstrom $16^2/_3$ Hz, 15 kV) 1911 bis 1936.

Alte Lokomotiven	Jahr:	Gesamtgewicht t	Stundenleistung kW	Leistung je Gewichtseinheit kW/t
2 B 1-Schnellzug . .	1911	72,5	750	10,4
D-Güterzug	1911	67,0	425	6,3
1 D 1-Güterzug . . .	1912	90,0	735	8,2
1 C 1-Schnellzug . .	1912	84,9	1140	13,5
Neue Lokomotiven				
2 D 1-Personenzug .	1917	114,2	2250	19,7
1 D_o 1-Schnellzug . .	1928	106,4	2900	27,2
1 C_o 1-Schnellzug . .	1933	89,0	2145	24,1
B_o-B_o-Güterzug . .	1932	77,8	2180	28,0

und ihre Kühlung durch künstliche Lüftung immer weiter trieb. Auch die Umspanner wurden durch Anbau von Ölkühlern mit Umwälzpumpen und Kühlgebläsen immer kleiner im Gewicht und trotzdem günstiger im Leistungsfaktor. Dennoch liegt es jedem Sachkenner fern, über jene Anfänge zu lächeln. Man weiß, wieviel Mühe, Sorge und wie manche Enttäuschung zu immer neuer zäher Entwicklungsarbeit anspornte, so daß dieses Vierteljahrhundert in der Entwicklung des elektrischen Bahnwesens der deutschen Elektroindustrie ein besonders ehrenhaftes Zeugnis ausstellt.

Freileitungsisolatoren in Gegenden mit Schmutzablagerungen.

621. 315. 62. 004. 5

Über das Verhalten von Isolatoren in Gegenden mit starken Schmutz- und Salzablagerungen, die gerade in England mit seinen ausgedehnten industriellen Bezirken und bei der Nähe des Meeres von Bedeutung sind, liegt ein umfassender Bericht von W. J. John und F. M. Sayers[1]) vor, zu dem auch verschiedene Fachleute aus anderen Ländern Stellung genommen haben. In dem Vortrag werden zwei Hauptarten von Verschmutzungen unterschieden, nämlich solche industrieller Art einerseits und Salzablagerungen bei Stürmen längs der Küste anderseits. Das Entstehen dieser Niederschläge und die dagegen zunächst angewandten Abhilfsmaßnahmen (Erhöhung des Isolationsgrades der Leitung, regelmäßige Reinigung der Isolatoren usw.) werden von den Verfassern erörtert und anschließend eine große Zahl von Sonderbauarten von Stützen- und Hänge-Isolatoren gezeigt, bei denen auf die verschiedenste Weise einer für den Betrieb nachteiligen Ablagerung von Schmutz und Salz vorgebeugt werden soll. Die Mehrzahl der aufgeführten Sonderformen entspricht den bereits in Deutschland und England in den letzten Jahren entwickelten Formen. Erwähnt seien darunter u. a. Hänge-Isolatoren mit mehreren (wie bei Stützenisolatoren) übereinander angeordneten Schirmen, andere mit zylindrischen, weit nach unten gezogenen Mänteln, Isolatoren mit ganz glatten, unter Umständen schief gestellten, der reinigenden Wirkung von Wind und Regen absichtlich ausgesetzten Schirmen, die nach englischem Vorschlag auf der Oberseite auch mit Rippen versehen sein können, vollkernisolatorenähnliche Ausführungen, Hänge-Isolatoren umgekehrter Form, bei denen die Kappe unten, der Klöppel oben angeordnet ist, und viele andere mehr.

Sowohl aus dem Vortrag selbst wie aus der Aussprache geht deutlich hervor, daß es praktisch unmöglich erscheint, wie von verschiedenen Seiten gefordert, eine einzige Einheitstype für Verschmutzungsgebiete aller Art zu schaffen. Vielmehr ist es nötig, auch bei der Wahl der Isolatoren und der Notwendigkeit etwaiger regelmäßiger Reinigung auf die jeweiligen betrieblichen Anforderungen und atmosphärischen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen.

W. W.

[1]) W. J. John u. F. M. Sayers, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 629.

Ein neuartiges Gerät zur Amplitudenüberwachung im Rundfunkbetrieb und anderen elektroakustischen Anlagen.

Von W. Nestel VDE und H. G. Thilo, Berlin.

621. 317. 72. 029 : 621. 396. 615. 12

Übersicht. Für Rundfunk, Tonfilm und Schallplatten ist genaue Überwachung der Amplituden wichtig wegen der vollen Ausnutzung der technischen Leistungsfähigkeit ohne Überschreitung der von den technischen Einrichtungen bedingten scharfen Grenzen. Ein Gerät, das alle berechtigten Anforderungen erfüllt, wird unter Erläuterung der bei seiner Entwicklung zu lösenden Teilaufgaben beschrieben.

Auf allen Gebieten der Elektroakustik müssen die Amplituden geregelt werden, da die natürlichen Lautstärkeunterschiede sehr viel größer sind, als es den durch die technischen Einrichtungen bedingten Grenzen der größten und kleinsten Amplituden entspricht. Man kann sich von der Größenordnung der auftretenden Zahlenverhältnisse ein Bild machen, wenn man bedenkt, daß die Lautstärke eines Kanonenschusses etwa eine Million mal so groß ist wie das leiseste eben noch hörbare Rascheln der Blätter eines Baumes. Bei Rundfunk, Tonfilm und Schallplatte wird übereinstimmend das Verhältnis 100 : 1 als zulässig angesehen. Zu große Amplituden verursachen starke Verzerrungen (Klirrfaktor), Unterschreitung einer gewissen Mindestamplitude bedeutet Beeinträchtigung der leisen Stellen durch das Grundgeräusch (Netzbrummen, Leitungsgeräusche, atmosphärische und andere elektrische Störungen, Filmrauschen, Nadelrauschen). Wie wichtig die Innehaltung der oberen Grenze ist, geht aus der Überlegung hervor, daß ein Rundfunksender mit 100 kW Leistung bei einer um 20 % zu geringen Amplitude der Aussteuerung nur die Nutzlautstärke eines 60-kW-Senders hat. Umgekehrt ergibt eine um 20 % zu hohe Aussteuerung einen Klirrfaktor, der sich als deutlich hörbare Verzerrung äußert und der, was wesentlich schlimmer ist, eine vielfach stärkere Störung der Nachbarwellen verursacht.

Für ein Meßgerät zur Amplitudenüberwachung können demnach folgende Anforderungen aufgestellt werden: Genauigkeit der Amplitudenanzeige 10 % (0,1 Neper). Ablesbarer Amplitudenbereich 1 : 100. Die erstere Eigenschaft erstreckt sich auf die Anzeige sehr kurzzeitiger Amplituden (bis herab zu 10 ms Dauer), auf das Instrument-Überschwingen und die durch die Betriebseinflüsse möglichen Fehler. Die letztere Eigenschaft weist auf die Benutzung einer logarithmischen Skalenteilung hin, da sie nur so darstellbar ist, wenn man nicht, wie das bereits bekannt ist, zwei Meßinstrumente verwendet, von denen eines den Höchstwert, das andere den Mindestwert zu beobachten erlaubt[1]). Bei der logarithmischen Skalenteilung müssen oberer und unterer Grenzwert der Amplituden gut erkennbar sein, ebenso eine Über- oder Untersteuerung von 10 % (0,1 N). Die Bewegungen des Lichtzeigers müssen zeitlich und amplitudenmäßig den Lautstärkeverhältnissen entsprechen, damit eine gewisse Zuordnung möglich ist. (Auch das spricht für eine logarithmische Skalenteilung.) Neben diesen Grundforderungen sind noch folgende Bedingungen zu erfüllen: Der Eingangs-Scheinwiderstand muß groß genug sein, damit der Meßwert nicht beeinflußt wird; die Empfindlichkeit muß der zu messenden Spannung (im Rundfunkbetrieb 1,55 V) entsprechen; die Anzeige muß im Bereich von 30 bis 10 000 Hz hinreichend frequenzunabhängig sein; außerdem werden schnelle Betriebsbereitschaft und vollständiger Netzanschluß für Wechselstrombetrieb gefordert. Die Betriebstoleranzen dürfen nicht störend in Erscheinung treten.

Zur Klarstellung der Anforderungen sei kurz auf die Eigenschaften eines gewöhnlichen Tonfrequenzvoltmeters eingegangen. Es hat je nach den Anforderungen quadratischen oder linearen Skalenverlauf, so daß Spannungen im Verhältnis 1 : 4 bzw. 1 : 10 abgelesen werden können; dies weicht aber noch sehr weit von dem in diesem Falle gewünschten Verhältnis von 1 : 100 ab. Für ein gewöhnliches Drehspulsystem ist die Abhängigkeit des Endausschlages von der Impulsdauer bei kurzzeitigen Impulsen in Abb. 1 dargestellt: Impulse von 10 ms Dauer werden

Ausschlag in Grad
10 20 50 100 200 500 ms
Impulsdauer

Abb. 1. Abhängigkeit des Endausschlages von der Impulsdauer (bei normalem Drehspulinstrument).

bei einem solchen System nur zu wenigen Prozent ihres wahren Wertes angezeigt, Impulse von 200 ms Dauer werden dagegen mit einem zu hohen Wert angezeigt (Überschwingung). Erst verhältnismäßig lange Impulse werden richtig angezeigt. Ein solches Instrument wäre zur Überwachung von Sprache oder Musik, also Spitzenmessungen, nicht tauglich. Selbstverständlich ist es für alle anderen Arten von Messungen geeignet.

Ganz kurze Impulse können nur durch eine Art elektrische Speicherung richtig erfaßt werden[2]), die von der viel zu großen Einstellzeit der Drehspulsysteme unabhängig ist und an Hand der Abb. 2 kurz beschrieben werden

Ausschlag in Grad
A
B
C
D
E
20 40 60 80 100 120 140 160 ms
F
Zeit

Abb. 2. Impulsmesserprinzip.

soll: In einer oben in der Abbildung gezeichneten Audionschaltung ruft ein Impuls von der Dauer E—F ein Absinken des Anodenstroms A—D hervor; die maßgebende Zeitkonstante ist gleich dem Produkt aus der Kapazität des Gitterkondensators und dem Widerstand der Strecke Kathode—Gitter. Der Zeiger des im Anodenkreis liegenden Instruments erreicht infolge seiner größeren Einstellzeit in dieser Zeit nur einen Ausschlag A—B. Sorgt man aber durch einen großen Ableitwiderstand dafür, daß der Gitterkondensator sich nur sehr langsam entlädt, so hat das Instrument Zeit, den Ausschlag A—C anzuzeigen, also einen Wert, der die Größe des Impulses sehr viel besser

[1]) L. Fenjö u. H. Hoffmann, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 20 (1931) S. 205.

[2]) D. Thierbach, Z. techn. Physik 9 (1928) S. 438; DRP. 570 286.

wiedergibt, als dies den Eigenschaften des Drehspulsystems allein entsprechen würde. Erkauft wird dies allerdings durch ein langsames Abklingen der Anzeige. Daraus ergibt sich schon eine Folgerung für das zu entwerfende Überwachungsgerät: Je kleiner die Einstellzeit des Instruments ist, um so kürzer kann für eine verlangte Genauigkeit der Impulsanzeige die Abklingzeit sein. Wenn es jedoch möglich sein soll, den Ausschlag des Instruments der von dem Ohr empfundenen augenblicklichen Lautstärke zuzuordnen, so ist eine lange Abklingzeit äußerst störend. Durch Entwicklung eines Drehspulsystems mit besonders kleinen bewegten Massen und mit besonders starkem Magnetfeld ist es gelungen, die Einstellzeit im Verhältnis von 10 : 1 herabzusetzen. Durch eine noch später zu beschreibende Schaltung gelingt eine weitere Verbesserung im Verhältnis von etwa 3 : 1. Trotzdem kann auf die „integrierende Wirkung" des schnell aufgeladenen und langsam entladenen Kondensators nicht verzichtet werden.

Abb. 3. Schaltbild der Laboratoriumsanordnung.

Im folgenden soll an Hand des Schaltbilds der zuerst aufgebauten Laboratoriumsanordnung (Abb. 3) besprochen werden, wie die erwähnten Anforderungen zu erfüllen sind. Für die endgültige Ausführung mußte die Schaltung allerdings aus den nachher noch angegebenen Gründen noch geändert werden. Die Besprechung der ersten Schaltung wird zum Verständnis der endgültigen hinüberleiten. Der wichtigste Bestandteil der Schaltung ist der Kondensator C mit seinem Ableitwiderstand R. Er wird aber nicht über den verhältnismäßig hohen Widerstand Gitter—Kathode einer Eingitterröhre, sondern über eine Doppelrichtröhre aufgeladen, deren innerer Widerstand sehr viel kleiner ist. Gleichzeitig ergibt sich damit die Möglichkeit der Vollweggleichrichtung, was sehr wichtig ist, denn die positiven und negativen Amplituden von Sprache und Musik sind häufig verschieden. Die notwendigen großen Amplituden werden durch eine Vorverstärkerröhre geliefert. Diese ermöglicht es auch, den Eingangsscheinwiderstand der Anordnung genügend groß zu machen. Die Spannungen am Aufladekondensator sind proportional den Eingangsspannungen. Um die logarithmische Skalenteilung für das Anzeigeinstrument zu erhalten, muß man also noch eine „Übersetzung" von linear auf logarithmisch vorsehen. In einfachster Weise geschieht dies durch Verwendung einer Exponentialröhre, bei der der Anodenstrom ungefähr logarithmisch von der Gitterspannung abhängt.

Damit sind grundsätzlich schon alle Anforderungen erfüllt. Dies zeigt auch die Prüfung im Laboratorium. Vor Fertigung einer größeren Stückzahl mußte aber untersucht werden, ob die Gleichmäßigkeit in der Fertigung gewährleistet ist und im Betrieb erhalten bleibt und ob die als zulässig anzusehenden Spielgrenzen eingehalten werden können. Dabei ergaben sich zwei Schwierigkeiten:

1. Die Skaleneinteilung hängt von den Röhrendaten ab. Die Exponentialröhren werden aber bisher nur als Regelröhren für Rundfunkempfänger und nicht als „Meßröhren" gebaut. Daher sind ihre Fertigungs- und, was noch unangenehmer ist, ihre Betriebstoleranzen so groß, daß sie sich für diesen Sonderzweck nicht verwenden lassen.

2. Der Ableitwiderstand des Kondensators muß, auch bei Verwendung der Drehspulsysteme mit kleiner Einstellzeit, so groß gewählt werden, daß die Röhre nicht mehr zuverlässig arbeitet.

Die unter 1. angegebene Schwierigkeit kann dadurch umgangen werden, daß die lineare Amplitudenabhängigkeit nicht durch die Röhrenkennlinie auf logarithmische Abhängigkeit übersetzt wird, sondern durch einen Spannungsteiler, der aus einem festen und einem logarithmisch von der Amplitude abhängigen Widerstand zusammengesetzt ist. Der letztere besteht aus einer Trockengleichrichterzelle. Da der Widerstand einer solchen Zelle aber stark temperaturabhängig ist, wurde er in einen kleinen, sehr einfach und widerstandsfähig gebauten Thermostat eingesetzt. Für die nach dieser Spannungsteilung zu verwendende gewöhnliche Eingitterröhre stehen „Meßröhren" mit genügend engen Toleranzen zur Verfügung.

Abb. 4. Schaltung des Gerätes zur Amplitudenüberwachung.

Die unter 2. angegebene Schwierigkeit kann dadurch umgangen werden, daß die Aufladezeitkonstante des Kondensators durch noch größere Amplituden an der Richtröhre (zweistufige Vorverstärkung an Stelle von einstufiger) verkürzt wird und gleichzeitig durch eine parallel zum Drehspulsystem geschaltete, passend bemessene Drosselspule dafür gesorgt wird, daß das System bei kurzen Impulsen einen höheren Stromanteil erhält als bei längeren. Damit kann dann der Ableitwiderstand parallel zum Kondensator so weit verkleinert werden, daß die durch Ionisations- und Isolationsströme verursachten Toleranzen

nicht mehr stören. Die schnellere Abklingzeit hat eine noch bessere zeitliche Übereinstimmung zwischen Anzeige und Lautstärke zur Folge. Damit ergibt sich das in Abb. 4 gezeichnete Gesamtschaltbild. Eingezeichnet ist darin auch, wie man auf einen zweiten Meßbereich umschalten und Tochterinstrumente bzw. ein Schreibinstrument anschalten kann. Die Ansicht des Geräts zeigt Abb. 5.

Abb. 5. Ansicht des Amplitudenüberwachungsgerätes.

Für die an das Gerät anzuschaltenden Tochterinstrumente wurde, um die Ablesung noch bequemer zu machen, eine besonders sinnfällige Form der Anzeige gewählt: Ein heller, scharf gezeichneter Lichtstrahl bewegt sich auf einer Mattglasskala. Abb. 6 zeigt dies Instrument. Bei Benutzung eines Schreibinstruments werden kurzzeitige Impulse nicht ganz so gut wie beim Zeiger- oder Lichtzeigerinstrument angezeigt. Immerhin ist die Anzeige allen bisher üblichen Schreibarten noch weit überlegen. An Stelle eines Tochterinstruments kann auch ein Relais eingeschaltet werden, das bei entsprechender Einstellung jede Übersteuerung anzeigt (Auslösung einer Glimmlampe, einer Klingel o. dgl.).

Damit steht für die Amplitudenüberwachung, also für eines der wichtigsten Teilprobleme der Elektroakustik, ein auch die höchsten Anforderungen befriedigendes Gerät zur Verfügung. Bei einem vom Weltrundfunkverein durchgeführten Vergleich der Amplitudenüberwachungsgeräte der verschiedenen Länder hat dieses deutsche Gerät so gut abgeschnitten, daß die technische Kommission des Vereins, der 50 Länder umfaßt, die Benutzung von Geräten mit diesen Eigenschaften seinen Mitgliedern empfiehlt, um in Zukunft einwandfreie Aussteuerung aller Sender zu ermöglichen, d. h. volle Aussteuerung im Interesse der Reichweite der Sender ohne Übersteuerung, also ohne Störung der Sender auf den Nachbarwellen.

Abb. 6. Ansicht des Lichtzeigerinstrumentes.

Zusammenfassung.

Das beschriebene Gerät dient zur Überwachung der Amplitudenverhältnisse für Rundfunk, Tonfilm und Schallplatte. Es ist gelungen, folgende Anforderungen zu erfüllen: Logarithmische Skalenteilung über 5 N (Amplitudenverhältnis 1 : 150); Anzeige kurzzeitiger Impulse von 10 ms Dauer mit weniger als 0,1 N Fehler; Rücklaufzeit etwa 1,5 s.

---

50 Jahre Aluminium.

Von **K. Arndt**, Berlin.

669. 71 (09)

Am 23. Februar 1886 erhielt Charles Martin Hall in Oberlin, Ohio, elektrolytisch Aluminiummetall aus einer feuerflüssigen Lösung von Tonerde in Kryolith. Nach diesem Verfahren werden heute jährlich über 200 Mill kg Aluminium gewonnen. Zwar hatte schon vor einem Menschenalter Bunsen durch Elektrolyse von geschmolzenem Aluminiumnatriumchlorid das Metall erhalten und Deville die chemische Umsetzung dieser Schmelze mit Natriummetall zu einer Fabrikation entwickelt, die immerhin 1500 kg jährlich leistete, aber zu 50 Fr je kg. Als Student am Oberlin-College machte Hall nebenbei allerlei Versuche. Seine ersten Versuche, aus Ton oder Tonerde durch Glühen mit Kohle das Metall zu reduzieren, mißlangen wie auch andere chemische Versuche. Allmählich kam er auf den Gedanken, die elektrolytische Zerlegung der Tonerde müsse leicht in einem wasserfreien Lösungsmittel gehen, das selber schwerer zu zersetzen sei. Nach diesem Plan begann er im Februar 1886 zu arbeiten und hatte schließlich Erfolg: Mit einer kleinen galvanischen Batterie gewann er im Kohletiegel mit Kryolithbad eine Anzahl kleiner Aluminiumkugeln. Am 9. 7. 1886 meldete er seine Erfindung zum Patent an: Elektrolyse einer Lösung von Aluminiumoxyd in einem geschmolzenen Fluoridbad[1]). Weil die Anode aus Kohle sich bei der Elektrolyse aufzehrte, versuchte Hall Kupfer, das sich sofort mit einer Schutzhaut bedeckte, aber doch das Aluminium kupferhaltig machte und außerdem zum Gebrauch niedriger schmelzender Bäder veranlaßte, die im ganzen nicht gut arbeiteten. Dadurch wurde der Erfolg um ein oder zwei Jahre verzögert. In jedem Falle versprach das Verfahren nicht gerade viel. Die Stromausbeute war klein, manchmal Null, und das Bad füllte sich mit einem schwarzen Schmutz, der zunehmend den Vorgang erschwerte.

Ch. M. Hall.

Im Dezember 1886 fand Hall, daß ein Bad aus einem leicht schmelzbaren Kaliumaluminiumfluorid mit Kupferanoden besser als irgendein früheres arbeitete; eine am 7. 12. 1886 mit galvanischer Batterie gewonnene Aluminiumkugel wog 8 g.

Die Beschaffung der nötigen Geldmittel machte indessen große Schwierigkeiten, bis endlich in Pittsburgh die Pittsburgh Reduction Co., die spätere Aluminum Company of America, gegründet wurde, die für Hall eine Fabrik baute, in der etwa 37 kW mit 2000 A zur Verfügung standen. Wenige Wochen nach Beginn des Betriebes gelang es, die richtigen Maße für die Bäder zu finden, und nun, als in großem Maßstabe gearbeitet wurde, waren die angedeuteten Schwierigkeiten wie weggezaubert.

Der Elektrolysestrom genügte, um das Bad in Fluß zu halten, was Hall schon zwei Jahre vorher zum Patent angemeldet hatte. Aber um diese Innenheizung mußte 13 Jahre lang mit der Electric Smelting and Aluminum Co. prozessiert und schließlich doch an diese eine Abfindung gezahlt werden; denn sie besaß die Patente von Bradley, welcher Tonerde oder Kryolith schmelzen und elektrolysieren wollte, indem er die Elektroden in einen auf Kohleplatten geschichteten Tonerdehaufen einführte. Die Patente von Hall liefen 1906, die von Bradley 1909 ab.

Schon am 23. 4. 1886 hatte P. L. T. Héroult ein französisches Patent[2]) auf die elektrolytische Zerlegung

[1]) 1892 meldete Hall Innenheizung des Bades durch den Elektrolysestrom an.

[2]) Jenes erste Patent verwendet noch Außenheizung; im zweiten vom 15. 4. 1887 wird gesagt: „Der elektrische Strom erzeugt genügend Wärme, um die Tonerde geschmolzen zu halten."

der in geschmolzenem Kryolith gelösten Tonerde angemeldet. Héroult hatte an der Ecole des Mines studiert. Als sein Vater starb, mußte er das Studium abbrechen, um die väterliche Lohgerberei zu übernehmen. Nebenbei machte er jedoch insbesondere elektrometallurgische Versuche. Für sein Aluminiumverfahren baute er eine kleine Gramme-Maschine von 1 kW für kleine Spannung, 1886 eine größere für 12 kW bei 15 V Klemmenspannung. Da er in Frankreich kein Interesse für sein Verfahren fand[3]), wurde er 1887 beratender Ingenieur bei der Schweizerischen Metallurgischen Gesellschaft, um in deren Werk am Rheinfall sein Verfahren zu entwickeln; nur für Frankreich behielt er sich seine Patentrechte vor. Das auf den Namen der Schweizer Gesellschaft überschriebene DRP. 47 165 schützt einen „Apparat zur kontinuierlichen Erzeugung von Legierungen des Aluminiums und ähnlicher Metalle auf elektrolytischem Wege". Der positive Pol besteht aus einem Kohlenbündel, der negative aus dem flüssigen Kupfer am Boden des Kohletiegels mit Abstichloch[4]).

P. Héroult.

Für diese Fabrikation interessierte sich nun die AEG. Der Bericht über ihre erste Generalversammlung am 22. 11. 1888 sagt u. a.: „Es sei anzunehmen, daß die Verbindungen des Aluminiums mit Eisen und mit Kupfer der Metallindustrie sogleich neue Bahnen eröffnen würden."

Ein Versuchsbetrieb bei der AEG war von Martin Kiliani eingerichtet worden. Kiliani, der aus Würzburg stammte und als Assistent von Prof. Stölzel an der T. H. München gearbeitet hatte, fand nach vielen Bemühungen auch das brauchbare Verfahren: die Elektrolyse der Kryolith-Tonerdeschmelze. Die Schweizer gründeten nun mit der AEG die Aluminium-Industrie AG.; die AEG übernahm von den 10 Mill Fr Kapital 1½ Mill und bekam den Alleinverkauf für Deutschland und Rußland. Werksleiter wurden Kiliani und Martin Schindler.

Héroult ging nach Frankreich zurück und errichtete 1888 in Froges (Isère) für die neugegründete Société Française Electrométallurgique das erste Werk.

In Neuhausen gesellten sich zu den allgemeinen Anfangsschwierigkeiten des Großbetriebes, mangelhafter Erfahrung im Behandeln und Unkenntnis der Verwendung, noch die Erschwerung des Absatzes durch zollfreie Einfuhr vom Auslande. Erst allmählich gelang es, die Betriebsschwierigkeiten zu überwinden und die Selbstkosten genügend zu senken. Von der Erzeugung der Legierungen (Aluminiumbronze und Ferroaluminium), zunächst aus reiner Tonerde, dann bald aus der Kryolith-Tonerdeschmelze, ging man 1889 auf Veranlassung von Kiliani zu Reinaluminium über. Ein besonderes Verdienst des unablässig an der Vervollkommnung und Verbilligung der Aluminiumherstellung arbeitenden Kiliani liegt darin, daß er eine zu hohe Temperatur des Bades als besonders schädlich erkannte. Ursprünglich hatte wohl auch Hall mit überhitzter Schmelze gearbeitet (was in kleinem Maßstabe schwer zu vermeiden ist), so daß er sogar Berieselung mit Wasser vorgesehen hatte.

M. Kiliani.

Auch Héroult in Froges ging bald zu reinem Aluminium über, weil sich die Legierung schlecht absetzen ließ. Weil die Anlage in Froges nicht vergrößert werden konnte, wurde in La Praz (Savoien) ein neues Werk errichtet, daß 1895 auf 10 000 kW vergrößert wurde. Die Bäder für 5000 A erhielten gußeiserne Bodenpole, in die flußeiserne Zapfen eingegossen waren, und sechs Anoden. Man brauchte jetzt 25 bis 26 kWh/kg; erst 1925 kam man auf 21 kWh/kg herab. Auch Péchiney nahm in Calypso die elektrolytische Aluminiumfabrikation nach Halls Patenten auf. Auf die weitere technische Entwicklung und gewaltige Ausdehnung der Aluminiumindustrie kann ich hier nicht eingehen[5]). Auf vielen Gebieten haben sich Aluminium und seine Legierungen eingeführt und bestens bewährt. Selbstverständlich kann es nicht das Kupfer überall ersetzen, denn jedes Metall hat seine besonderen Vorzüge und Nachteile.

[3]) Héroult bot sein Verfahren Péchiney an, der in Salindres nach Deville Aluminium herstellte, erhielt aber den Rat, nicht das wenig verwendete reine Metall, sondern Aluminiumbronzen herzustellen.

[4]) Bei diesem Vorgang, wo reine Tonerde geschmolzen wird, handelt es sich nicht um Elektrolyse, sondern um ein elektrothermisches Verfahren, weil die Tonerde selber nicht leitet, wie der Verfasser mit W. Kalaß durch Messungen in der Z. Elektrochemie 36 (1924) S. 12 nachgewiesen hat.

[5]) Ich verweise auf meinen Aufsatz, Herstellung und Verwendung von Leichtmetallen, ETZ 50 (1929) S. 1332, und auch auf mein Buch, Technische Elektrochemie, Stuttgart: Verlag Enke, 1929.

Die 8. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris 1935.

Von **P. Jacottet VDE,** Berlin.

(Schluß von S. 177.)

III. Abteilung. Betrieb und Schutz der Netze.

Gruppe 31: Gleichstrom.

Gruppenberichter: Schjölberg-Henriksen (Norwegen).

Berichte:

308. Marx (Deutschland): „Hochspannungs-Lichtbogen-Stromrichter mit strömendem Gas."
312. Sitnikov (UdSSR): „Die Entwicklung der Gasentladungsstromrichter mit magnetischer Steuerung."
333. Klewe (Deutschland): „Die Einwirkung von Gleichstrom-Höchstspannungsleitungen auf Fernmeldeanlagen."
335. Schjölberg-Henriksen (Norwegen): „Leistungsübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom."
339. Kohler (Österreich): „Problem der Energieübertragung auf große Distanzen sowie Hinweis auf ein neues Wechselrichter-Steuerungsprinzip."
347. Alm (Schweden): „Das System Glesum."
354. Laurent (Frankreich): „Betrachtung über die verschiedenen Verfahren zur Übertragung und Umformung der elektrischen Energie."
114. siehe Gruppe 17.

Schjölberg-Henriksen (335) berichtet gelegentlich einer Betrachtung über den derzeitigen Stand des Problems der Gleichstrom-Kraftübertragung über die Vorteile der verschiedenen Energieübertragungssysteme mit konstantem Strom oder mit konstanter Spannung, wobei dem letzteren für Übertragung großer Leistungen auf weite Entfernungen und bei Versorgung weniger Verbraucher der Vorzug gegeben wird. Besonders erwähnt werden die in Deutschland durchgeführten Untersuchungen über Gleichstromkorona.

Als günstigste Leiteranordnung wird die isolierte Hin- und Rückleitung mit geerdetem Nullpunkt bezeichnet, vorausgesetzt, daß nicht die geringeren Koronaverluste des positiven Leiters[5, 6]) eine andere Anordnung etwa mit größerem positiven und kleinerem negativen Potential gegen Erde bzw. mit isoliertem positiven Leiter und Erdrückleitung günstiger erscheinen lassen. Auf die isolationstechnischen Vorteile der Gleichstromübertragung mittels Kabel wird hingewiesen (Betriebsspannung bis 500 kV gegen Erde möglich).

Kohler (339) zeigt an einem Vergleich die Vorteile der Übertragung mit Gleichstrom gegenüber der mit Drehstrom. Ähnliche Betrachtungen enthält der Bericht von Laurent (354), der im übrigen der Gleichstromübertragung mit konstantem Strom den Vorzug gibt; erwähnt wird die 25 MW-, 100 kV-Anlage, Moutiers-Lyon nach dem System Thury.

Die beste Übersicht über die Aussichten für die Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom und

[5]) Marx und Göschel, ETZ 54 (1933) S. 1112; Stockmeyer, Wiss. Veröff., Siemens-Konz. 13 (1934) H. 2, S. 27.

[6]) Vgl. A. Matthias, ETZ 56 (1935) S. 601.

die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten, über den derzeitigen Stand der Umformungsfrage, Leitungsanordnung, Leistungsverhältnisse im Vergleich zur Drehstromübertragung, Verhalten der Isolatoren, Freileitungen, Kabel und Schalter bei Gleichstrombeanspruchung, ferner über Betriebs- und wirtschaftliche Fragen gewinnt man an Hand eines Berichtes von Matthias[7]), der auf der CIGRE-Tagung vorgelegt wurde.

In der Aussprache über diese Berichte kam zum Ausdruck, daß in wirtschaftlicher Hinsicht die Hochleistungsübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom auf sehr weite Entfernungen derjenigen mit Wechselstrom überlegen ist; die heutige Wechselstromtechnik gestatte jedoch, die auch in fernerer Zukunft noch anfallenden Probleme der Wechselstromkraftübertragung zu lösen, so daß die Aussicht auf baldigen Übergang auf Gleichstrom gering ist.

Mit den verschiedenen Umformungsmöglichkeiten selbst befassen sich die Berichte 308, 312, 347. Marx (308) schildert umfassend den heutigen Entwicklungsstand der Hochspannungs-Lichtbogenstromrichter mit strömendem Gas. Es sei auf den kürzlich erschienenen ausführlichen Bericht verwiesen[8]).

Sitnikov (312) berichtet über die Entwicklung eines Gasentladungsgefäßes mit wassergekühlten Elektroden und Magnetfeldsteuerung. Der Vorteil dieses Ventilrohres beruht in der Möglichkeit der Stromunterbrechung und -schließung bei beliebiger Belastung ohne Rücksicht auf den Augenblickswert des Wechselstromes und bei voller Spannung zwischen den Elektroden, sowie in der Verwendung der Röhre als Gleich- und Wechselrichter, ferner auch als Umrichter. Mit einem Rohr sind Leistungen bis zu 2000 kW bei 10 kV erzielt worden.

Alm (347) beschreibt ein neues elektromechanisches Verfahren, System Glesum, zur Umwandlung niedergespannten Gleichstromes oder Drehstromes in hochgespannten Gleichstrom oder umgekehrt zur Wechselrichtung von Gleich- in Drehstrom. Bei dem Verfahren werden synchron mit der gleichzurichtenden Wechselspannung umlaufende Stromwender unter hohem Druck benutzt, deren Stegspannung (2 cm Abstand) bis 250 kV betragen kann. Die Sinusform der Wechselspannung wird durch geeignete Maßnahmen in eine Trapezkurve mit verlängerter Null-Durchgangszeit umgewandelt[9]).

Klewe (333) weist auf die verschiedenen Gefährdungsmöglichkeiten von Fernmeldeanlagen durch Gleichstrom-Hochspannungsleitungen hin, und zwar durch Verlagerung des Potentials bei Betrieb mit Erdrückleitung bzw. bei Erdschlüssen sowie durch elektrolytische Korrosion. Erwähnt werden ferner die induktiven Beeinflussungen der Fernmeldeleitungen bei Gleichstrom-Schaltvorgängen und Kurzschlüssen. Die größte Bedeutung wird der Störung durch die dem Gleichstrom überlagerten Oberwellen beigemessen, die bei Gleichrichterbetrieb im Gebiet der Sprachfrequenzen auftreten und empfindliche Beeinträchtigungen des Fernsprechverkehrs hervorrufen können, besonders für den Fall der Hochspannungsleitung mit Erdrückleitung. Die mit Rücksicht auf die Belange der Fernmeldetechnik zu beachtenden Maßnahmen bei der späteren Erstellung von Gleichstrom-Hochspannungsanlagen werden erörtert.

In der Aussprache wurde die Bedeutung der Beeinflussungsfrage voll anerkannt, es wurde noch darauf hingewiesen, daß eine theoretische Rechnung insbesondere bei der Frage der Korrosion infolge der Voraussetzung einer bestimmten Homogenität des Erdreichs die wirklich auftretenden Erscheinungen nicht genügend genau wiedergeben könne.

Gruppe 32: Erdung.

Gruppenberichter: Del Buono (Italien).

Berichte:

301. Bridoux (Frankreich): „Erdungsverhältnisse in einem 220 kV-Unterwerk."
306. van Gastel (Schweiz): „Nullpunktsüberspannungen bei unrichtiger Aufstellung von Löschspulen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung."
322. Taylor (England): „Spannungsgradienten, hervorgerufen durch Erdströme in der Nähe von Kraftwerken und Unterwerken."

Bridoux (301) schildert die schwierigen Erdungsverhältnisse eines im felsigen und gewitterreichen Gebiet des Massif Central gelegenen 220 kV-Unterwerkes. Zur Erzielung ausreichend kleiner Erdungswiderstände ($< 5\,\Omega$) mußte über 1 km Kupferleitung (100 mm²) in Maschenform 40 cm unterhalb des Erdbodens auf eine Oberfläche von ungefähr 10 000 m² verlegt werden.

Taylor (322) berichtet über Versuche zur Ermittlung der Linien gleichen Erdwiderstandes in der Umgebung von 8 Unterwerken für verschiedene Entfernungen vom Haupterder. Ein Einfluß von Starkstromkabeln auf das bei Fehlerströmen hervorgerufene Spannungspotential im Erdreich war in dreien der untersuchten Fälle festzustellen. Es werden bestimmte Angaben für die Länge der Kabelstrecken (gerechnet vom Unterwerk aus) gemacht, für die der Mantel als Schutz gegen die Spannungsbeanspruchung bei Fehlerströmen gegen Erde zu isolieren ist. Das Dielektrikum von Kabeln, die innerhalb der gefährdeten Zone verlegt sind, kann nämlich durch die bei Fehlern auftretende Potentialerhöhung eines unzureichend gegen Erde isolierten Mantels übermäßig beansprucht werden.

Van Gastel (306) berichtet über Überschläge an Wicklungen und Durchführungen von Löschspulen als Folge von Leitungsabschaltungen und gibt die Maßnahme zur Bekämpfung solcher Überspannungen an.

Die Aussprache bezog sich hauptsächlich auf die Messung des Erdungswiderstandes und die Anwendung von Löschspulen in den verschiedenen europäischen Ländern.

Gruppe 33. Organisation und Berechnung der Netze.

Gruppenberichter: Dorra (Ägypten).

Berichte:

302. Genthial (Frankreich): „Die Energieerzeugungsgesellschaften des Massif Central."
320. Chroustchoff (UdSSR): „Elektrische Netzberechnung in regionalen Stromversorgungsgebieten."
323. Kenneally (V. S. Amerika): „Die 275 kV-Übertragungsleitung Boulder Dam—Los Angeles."
348. Tchernychoff und Weitz (UdSSR): „Gesichtspunkte für die Entwicklung der Elektrisierung in Rußland."
351. Chase (V. S. Amerika): „Umstellung eines alten, zu stark belasteten Gleichstromnetzes auf Wechselstrom."
352. Scattergood (V. S. Amerika): „Beschreibung und Anordnung der Übertragungsleitung Boulder Dam."
356. Blondel (Frankreich): „Neues graphisches Verfahren zur Darstellung der komplexen Leistung am Leitungsanfang in Abhängigkeit von der am Leitungsende verbrauchten Leistung und ihrer Phasenverschiebung."
127. (vgl. Gruppe 18, 19, Angelini).

Der Bericht 356 von Blondel befaßt sich mit der elektrischen Berechnung von Leitungen, 320 von Chroustchoff insbesondere mit Maschennetz-Berechnungen.

Genthial (302) berichtet über den Zusammenschluß der verschiedenen französischen Stromerzeugungs- und -verteilungsgesellschaften.

Chase (351) beschreibt die Stromversorgung der Stadt Philadelphia und die Überführung von dem seinerzeitigen Gleichstrombetrieb auf Wechselstrom-Zweiphasen-Fünfleitersystem mit 115/230 V, Einzelheiten über die Anlage des stark vermaschten Netzes werden bekanntgegeben.

Tchernychoff und Weitz (348) geben eingehende statistische Unterlagen über die Elektrisierung und die Zentralisierung der Stromversorgung in Rußland sowie über die voraussichtliche Entwicklung in den nächsten Jahren.

Besondere Beachtung verdienen die Berichte 323 und 352 von Kenneally und Scattergood über die demnächst in Betrieb kommende 275 kV-Anlage Boulder Dam—Los Angeles (mittlere Übertragungsleistung 240 MW auf 435 km[10]). Ein Stauwerk im Mittellauf des Coloradoflusses liefert die Wasserkraft zum Antrieb von vier 82,5 MVA-16,5 kV-Generatoren, von denen zwei auf je einen Dreikessel-Transformator mit 287,5 kV sekundärer Spannung und dritter Wicklung mit 16,3 kV arbeiten. Die Leistung wird auf einer 275 kV-Drehstrom-Hohlseil-Doppelleitung (36 mm Dmr., 260 mm² Cu) auf die Verteilungsstationen übertragen, wo die Spannung durch Spartransformatoren auf 132 kV und für die weitere Verteilung auf 33 kV erniedrigt wird. Der Blindstrom wird durch Synchron-Phasenschieber kompensiert, die auf die dritte Wicklung der Transformatoren arbeiten. Die Leitungsseile sind an über 3 m langen 24gliedrigen, mit Schutzringen versehenen Hängeketten aufgehängt. Die Stoßüberschlagsspannung

[7]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 601.
[8]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 922.
[9]) H. Forwald, Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 209.
[10]) ETZ 56 (1935) S. 512.

dieser Ketten beträgt 3000 kV bei einer 1,5/40 µs-Stoßwelle, die Überschlagsverzögerung 3,5 µs.

Die Leitungen werden im allgemeinen auf 44 m hohen Stahlgittermasten geführt; je 3 Seile sind senkrecht übereinander angeordnet (Abstände waagerecht 12,2 m, senkrecht 7,3 m). In gewitterreichem Gebiet ist jeder Stromkreis für sich auf Masten von 33 m Höhe bei waagerechter Seilanordnung (Abstand 10 m) verlegt. Auf beiden Mastarten sind je 2 Erdseile oberhalb der Leitungen verlegt. Außerdem sind auf der ganzen Leitungslänge 2 parallele Bodenseile verlegt, die zur Vermeidung von Korrosion über Funkenstrecken mit den Masteisen verbunden sind. Auf je ein Drittel der Leitungslänge sind 2 Schaltstellen mit 287 kV-, 1200 A - Leitungs-Schnellschaltern (Ölströmungsschalter der G. E. C. vgl. Bericht 119) mit 8 in Reihe liegenden Trennstücken je Pol vorgesehen. Die 287 kV-Trennschalter sind in Bericht 142 beschrieben.

Fernmeldung, Fernmessung und Fernsteuerung erfolgen mit Hilfe leitungsgerichteter Trägerwellen. — Die Gesamtkosten der Anlage, die voraussichtlich im Februar 1936 in Betrieb kommen soll, werden auf 22,8 Mill Dollar geschätzt.

In der Aussprache kam hauptsächlich die Frage des weitgehenden Zusammenschlusses der Netze in einzelnen Ländern zur Erörterung; ein intereuropäischer Zusammenschluß dürfte in absehbarer Zeit nicht zu erwarten sein.

Gruppe 34. Blitze und Blitzableiter.

Gruppenberichter: Matthias (Deutschland).

Berichte:

307. Viel (Frankreich): „Bestimmung von einschlaggefährdeten Leitungsabschnitten mit Hilfe von Luftleitfähigkeits-Messungen."
310. Blaha (Tschechoslowakei): „Vorschriftenentwurf für Blitzableiter."
311. Dauzère (Frankreich): „Untersuchungen über den Blitz."
314. Gibrat (Frankreich): „Statistische Untersuchungen der Beziehung zwischen Luftleitfähigkeit und Einschlaggefährdung."
315. Lewis (V. S. Amerika): „Blitzeinwirkungen auf Hochspannungsleitungen."
316. Ledoux (Frankreich): „Die Ableiter zum Schutze von Hochspannungsnetzen."
317. Zalesski (UdSSR): „Modellversuche zum Studium des Schutzes von Leitungen und Unterwerken gegen Blitz."
318. Stekolnikov (UdSSR): „Heutige Anschauungen über die Erscheinungen der Blitzentladung."
326. Grünewald (Deutschland): „Bestimmung der Einschlagsstellen und der Stromverteilung bei Blitzeinschlägen in Eisenmasten und Erdseile."
334. McEachron (V. S. Amerika): „Schutz von Leitungen und Apparaten gegen Blitzeinwirkungen."
343. Opsahl (V. S. Amerika): „Überspannungsableiter für Hochspannungsleitungen."
349. Labouret (Belgien): „Wettervoraussage im Dienste des Betriebes zusammengeschlossener Netze."
350. Berger (Schweiz): „Anforderungen, denen Überspannungsableiter genügen müssen (unter Berücksichtigung der in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen auf dem Gebiet der Überspannungen)."
353. Kopeliovitch und Fourmarier (Schweiz): „Schutz der Hochspannungsnetze gegen Überspannungen: Das Problem des Überspannungsableiters."

Die Berichte (307) von Viel und (314) von Gibrat behandeln den Einfluß der Luftionisation auf die Gefährdung bestimmter Leitungsabschnitte durch Blitzeinschläge. Viel beschreibt ein Verfahren zur Messung der Luftleitfähigkeit (nach Gerdien[11]) und vergleicht die Ergebnisse der an Hochspannungsleitungen (50 und 150 kV) durchgeführten Messungen mit den aus einer Reihe von Jahren vorliegenden statistischen Untersuchungen über Gewitterstörungen an diesen Leitungen. Hieraus wird das Vorherrschen negativer Ionen für die besondere Gewittergefährdung bestimmter Leitungsabschnitte verantwortlich gemacht. Die Messungen ergaben weiterhin überwiegende negative Luftleitfähigkeit über Gebieten mit radioaktiven Quellen. Gibrat leitet an Hand der zahlreichen Meßergebnisse von Viel ein mathematisches Gesetz für die der Blitzhäufigkeit je Leitungslänge in Abhängigkeit von der Luftleitfähigkeit ab. Dauzère (311) setzt sich mit den verschiedenen Theorien (Simpson und Wilson) über die Entstehung von Elektrizität aus Gewitterwolken auseinander und entwickelt seine Auffassung über die Verteilung der Ladungen in Cirro-Stratus-Wolken (über 10 km Höhe) und Cumulo-Nimbus-Wolken (bis 10 km Höhe); er glaubt, daß die Bahn des Blitzes durch die an bestimmten Stellen zwischen Wolke und Erde herrschende Luftionisation beeinflußt wird. Stekolnikov (318) teilt diese Auffassung nicht, sondern bringt die bevorzugten Blitzeinschlagsstellen in Zusammenhang mit erhöhter Bodenleitfähigkeit. Dieser Bericht bringt außerdem eine Gegenüberstellung der verschiedenen Ansichten über Entstehung und Ablauf von Blitzentladungen.

Mit Blitzstromstärke-Messungen an Leitungsanlagen[12]) befassen sich die Berichte von Grünewald (326) und Lewis (315). Die im Jahre 1934 ausgeführten amerikanischen Messungen an 132- bzw. 220 kV-Leitungen mit eingebauten Stahlstäbchen (etwa 8000) zeigen in ihren Ergebnissen zum Teil gute Übereinstimmung mit den deutschen Messungen, die im Jahre 1934 sogar mit 24 000 in die Mittel- und Hochspannungsleitungen verschiedener Elektrizitätswerke eingebauten Stahlstäbchen durchgeführt sind. In beiden Berichten wird das starke Vorherrschen von Wolkenentladungen negativer Polarität hervorgehoben. Die Blitzstromstärken wurden in Deutschland und V. S. Amerika am häufigsten in den Größenordnungen einiger 10 kA festgestellt, jedoch kommen auch Werte bis zu 100 kA (Deutschland) bzw. 200 kA (V. S. Amerika) vor. Beide Berichte betonen die gute Schutzwirkung von Erdseilen und niedrigen Masterdungswiderständen.

Über die kurz- und langzeitige Wettervorhersage in ihrer Bedeutung für die Betriebssicherheit der Netze berichtet Labouret (349).

Versuche mit einem zylindrischen, mit Gleich- oder Stoßspannung aufgeladenen Wolkenmodell zur Untersuchung der Schutzwirkung von Blitzauffangstangen längs Freileitungen beschreibt Zalesski (317) und leitet für ihre erforderliche Höhe eine Formel ab. Der Bericht (316) Ledoux befaßt sich mit Wirkungsweise und Kennlinien der einzelnen Ableiterarten, insbesondere der spannungsabhängigen. McEachron (334) bestätigt, daß man bei unmittelbaren Blitzeinschlägen mit Stromstärken bis zu 200 kA und Spannungsanstiegen bis zu 1000 kV/µs rechnen könne, als Blitzschutz wurden besonders selbstlöschende Funkenstrecken hervorgehoben. Opsahl (343) berichtet über Wirkungsweise und Betriebserfahrungen mit dem Deion-Ableiter der Westinghouse Electric and Mfg. Co.

Mit Vorschlägen für Prüfvorschriften von Ableitern befassen sich die Berichte von Blaha (310) und Berger (350), der außerdem noch Stoßprüfeinrichtungen beschreibt, nachdem vorher eine Übersicht über die verschiedenen in der Schweiz beobachteten Gewitterstörungen gegeben wurde. Der Bericht 353 behandelt den Schutz von Mittelspannungsnetzen gegen Blitzeinschläge in der Nähe der Leitungen durch Resorbitableiter, deren Eigenschaften und Verhalten bei Prüfung mit Stoßspannung beschrieben werden.

In der Aussprache kam hauptsächlich die Frage der Anhäufung von Blitzeinschlägen an bestimmten Stellen zur Erörterung, wobei die Anhänger der Dauzèreschen Auffassung auf den Einfluß der Luftleitfähigkeit und das Vorherrschen negativer Ionen hinwiesen, während diese Einflüsse von anderer Seite mindestens als fraglich hingestellt wurden. Der Einfluß der Leitfähigkeit des Untergrundes und der mögliche Zusammenhang mit der Luftleitfähigkeit wurde erwähnt. Berger berichtet über häufig beobachtete Blitzschläge in feuchten und sumpfreichen Gegenden. Es wurde ferner auf die mögliche Beeinflussung durch Wind hingewiesen. Diese Frage müsse aber noch eingehend untersucht werden. Matthias regt an, daß ähnlich wie in Deutschland und V. S. Amerika auch in anderen Ländern möglichst viel Stahlstäbchen zur Messung von Blitzstromstärken in die Leitungen eingebaut werden möchten. Der wirksame Schutz bei Anordnung von mindestens 2 Erdseilen sowie durch geringe Mastwiderstände wurde allgemein anerkannt und dem der Blitzauffangstangen für überlegen erachtet. Ob Modellversuche im Laboratorium über die bei Gewitter in den Masten auftretenden Verhältnisse Aufschluß geben können, erscheint fraglich. Nach Möglichkeit sollten derartige Versuche auf den Leitungen selbst ausgeführt werden. Zur Frage der selbstlöschenden Funkenstrecke wird berichtet, daß nach Versuchen in Stoßanlagen ein Auswechseln nach 15maliger Entladung notwendig war.

[11]) S. ETZ 56 (1935) S. 591.

[12]) Vgl. H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536.

Gruppe 35. Überspannungen.

Gruppenberichter: Matthias (Deutschland).

Berichte:

303. Barrère (Frankreich): „Wirkung von atmosphärischen Überspannungswellen auf Apparate. Isolierung dieser Apparate."
304. Davis, Strandring, Bowdler (V. S. Amerika): „Stoßprüfung."
305. Norris (England): „Schutz elektrischer Geräte gegen Überspannungen."
313. Krachkovsky (UdSSR): „Blitzschutz von Freileitungen, die auf Holzmasten verlegt sind."
319. Müller-Hillebrand (Deutschland): „Die Bemessung von Überspannungsableitern und ihre Bedeutung für den elektrischen Sicherheitsgrad."
325. Teszner (Frankreich): „Schutz der Netze gegen hohe Scheitelwerte von Überspannungswellen."
332. Kühn (Deutschland): „Behandlung der Überspannungsschutzfrage für Hochspannungsnetze nach den Betriebserfahrungen und Erkenntnissen der letzten Jahre und unter besonderer Berücksichtigung der Fortschritte auf dem Gebiet der Überspannungsschutzapparate."
336. Archangelsky, Tretyak, Zalessky (UdSSR): „Blitzschutz von Hochspannungsnetzen in Rußland."
355. Lacey (England): „Bericht über die Arbeiten des Ausschusses für Überspannungen."

Barrère (303) gibt einen zusammenfassenden Überblick über die in den letzten Jahren in den einzelnen Ländern im Laboratorium oder an den Leitungen selbst angestellten Versuche mit Stoßwellen zur Feststellung der Stoßüberschlagspannung der verschiedenen Hochspannungsgeräte und Isolatoren und ihrer Überschlagverzugs-Kennlinien. Insbesondere werden die Untersuchungen an 220 kV-Netzen beschrieben, die der Wahl der richtigen Stufung des elektrischen Sicherheitsgrades der einzelnen Anlageteile dienen sollen. Stoßspannungsversuche werden neuerdings auch an Transformatoren vorgenommen. Genaue Angaben über die Bemessung und Einrichtung neuzeitlicher Stoßanlagen, über die Technik der Stoßprüfung, insbesondere hinsichtlich der Überschlags- und Durchschlagsprüfung enthält der Bericht 304 von Davis, Strandring und Bowdler, in dem außerdem die Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinien von Ableitern beschrieben wird. Norris (305) versucht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Gewitterschäden in Unterwerken und angrenzenden Leitungen aus ihren Kenngrößen und ihrer Anordnung rechnerisch zu ermitteln. Als besonders gefährlich hält Norris im Gegensatz zu der sonst allgemein üblichen Auffassung die Steilheit der Überspannungswellen, nicht dagegen ihre Höhe. Auf dieser von ihm schon seit Jahren vertretenen Anschauung fußend, wurde 1925 der Ferranti-Wellenschlucker entwickelt, der meist zum Schutz der Windungsisolation von Transformatoren benutzt wird und sich nach seinen Angaben im Betrieb gut bewährt haben soll.

Krachkovsky (313) glaubt, daß bei auf Holzmasten verlegten Mittelspannungsleitungen die Holzisolation im allgemeinen Schutz gegen Überspannungen bietet; in gewitterreichen Gegenden werden Blitzauffangstangen bzw. Erdseile empfohlen, deren Erdungsleitungen aber nur im unteren Teil am Holzmast geführt sind.

Bei diesen Holzmastleitungen bilden Eisenmasten an Abspann- und Kreuzungsstellen einen schwachen Punkt der Anlage (Bericht 336). Die Isolatoren dieser Eisenmasten werden mit selbstlöschenden Schutzfunkenstrecken (expulsion protective gap) ausgerüstet. Die Erdseile werden nicht mit den Isolatorstützen der Holzmaste verbunden. Mit der Frage der Abstufung der Isolation zwischen Freileitung und Station befassen sich die Berichte von Müller-Hillebrand (319) und Kühn (332). Die zur Verminderung der Gewittergefährdung in der Station naheliegende Erhöhung der Stoßüberschlagspannung und Angleichung an die der Freileitung begegnet erheblichen wirtschaftlichen Schwierigkeiten. Einen wirksamen Schutz der Stationsisolation bieten die neuzeitlichen Überspannungsableiter, über deren Bemessungsgrundlagen im Bericht 319 und ihre gute Bewährung nach zwei- bis dreijähriger Betriebszeit im Bericht 332 nähere Angaben enthalten sind.

Der hohe Schutzwert von Erdseilen, die Verringerung der Erdübergangswiderstände der Maste zur Sicherung gegen rückwärtigen Überschlag, die Bewährung der Spulen zur Löschung von Erdschlußlichtbögen wird auf Grund der Betriebserfahrungen allgemein anerkannt (Kühn 332).

Nach einer Betrachtung über die Art und Gefahr der Überspannungen, denen die einzelnen Teile einer Anlage ausgesetzt sein können, gibt Teszner (325) einen Überblick über die erforderlichen Kenngrößen und den zweckmäßigen Einbauort neuzeitlicher Ableiter zur Begrenzung der Höhe von Überspannungen, insbesondere werden Ableiter mit spannungsabhängigem Widerstand und einer magnetfeldbetätigten Umlauf-Lichtbogenstrecke beschrieben.

In der Erörterung wurden zunächst die Frage der Erdung von Holzmastleitungen und die in den einzelnen Ländern hiermit vorliegenden Erfahrungen behandelt; dabei ergab es sich, daß meistenteils die Verlegung von Erdseilen für unzweckmäßig gehalten wurde. Wenn in Holzmastleitungen Eck- und Abspannmasten aus Eisen verwendet werden, müssen diese als gefährdete Stellen besonders gut isoliert werden.

Es wurde ferner erwähnt, daß die durch Blitzüberspannungen auftretenden Beanspruchungen zwischen den einzelnen Windungen von Transformatoren erfolgreich durch Anbringen von Schirmringen bekämpft werden können.

Man war der Ansicht, daß die schwache Stelle vor der Stationseinführung durch leistungsfähige Überspannungsableiter in einiger Entfernung von der Station ersetzt werden kann. Es empfehle sich, außerdem auf eine Länge von 1 bis 2 km von der Stationseinführung ab die Leitung besonders hoch zu isolieren und verstärkten Erdseilschutz vorzusehen; bestimmte Regeln hierfür können infolge der verschiedenen Einflüsse (wie Klima usw.) jedoch noch nicht gegeben werden.

Unmittelbare Blitzschläge in Freiluftanlagen sind selten beobachtet worden, ein Fall eines Einschlages in ein 120 kV-Unterwerk, der allerdings ohne Betriebsstörung verlief, wird von Berger erwähnt. Erdseile über den Anlagen scheinen im allgemeinen einen wirksamen Schutz zu geben. Matthias regte an, die Nachforschungen über das Verhältnis der Leitungseinschläge zu den Mast- und Erdseileinschlägen weiter zu verfolgen. Schließlich ergab sich eine eingehende Erörterung über die an Überspannungsableiter hinsichtlich Spannungsbegrenzung und abzuleitender Stromstärke zu stellenden Anforderungen; die Aufstellung von Regeln für Bewertung und Prüfung von Ableitern wurde angeregt, wobei ein diesbezüglicher Entwurf von Berger als gute Vorarbeit angesehen wird.

Gruppe 36. Fernmessung, Fernmeldung, Fernsteuerung.

Gruppenberichter: Barrère (Frankreich).

Berichte:

327. Jäger (Deutschland): „Fortschritte in der Selbststeuerung von Kraftwerken in Höchstspannungsnetzen."
329. Schleicher (Deutschland): „Die Fernsteuerung und Fernregelung als Lösung einiger technischer Probleme des Verbundbetriebes großer Netze."
338. Ubaghs (Belgien): „Organisation des Parallelbetriebes von Kraftwerken und großen zusammengeschlossenen Netzen."
346. Leeson (England): „Über die richtige Einteilung und Zusammenfassung der Handbedienung, Selbst- und Fernsteuerung von Kraftwerken in Verteiler- und Verbrauchernetzen."
233. Siehe Gruppe 28.

Jäger (327) berichtet über die Entwicklung der Selbststeuerungstechnik, die z. B. in den deutschen Pumpspeicherwerken zur Bedienung der hydraulischen und elektrischen Teile weitgehend mit Erfolg angewendet wird. Die Selbststeuerung der Spitzenkraftwerke zur Wirkstromversorgung hat gegenüber der Handbedienung den großen Vorteil erhöhter Bereitschaft, beispielsweise schnellster Überführung der Anlage vom Pumpbetrieb in den Generatorbetrieb (in wenigen Minuten). Der Bericht schließt mit einer Betrachtung über die zum selbsttätigen Parallelschalten von Generatoren oder zum Kuppeln von Netzteilen entwickelten Synchronisierungsverfahren sowie über die elektrisch gesteuerten, neuzeitlichen Antriebe (mit Drucköl, Druckluft, Druckwasser) zum Betätigen und Steuern in der Selbstbedienungstechnik.

Schleicher (329) berichtet über die neueren Fortschritte der Fernbedienungstechnik. Die Entwicklung zielt auf größte Einschränkung der Zahl der Übertragungskanäle. Es werden die Verfahren der Fernübertragung

durch Drahtverbindungen mit Vielfachausnutzung sowie durch Hochfrequenz längs Starkstromleitungen (Tonfrequenzmodulation der Trägerwelle, Interferenzempfang) behandelt. An typischen Beispielen werden die Fernbedienungsmöglichkeiten wichtiger Netzknotenpunkte durch Erd-, Luftkabel oder mittels Hochfrequenz angegeben.

Ubaghs (338) schildert die bei der Gesellschaft der Kraftwerke Lüttich-Namur-Luxemburg (Linalux) verwendeten Fernmelde- und Fernmeßverfahren zur Überwachung des Parallelbetriebs.

Leeson (346) beschreibt die Einrichtungen der Lastverteilerstelle Bankside des Central Electricity Board in London, von der aus die Betriebsvorgänge im südöstlichen und östlichen Bezirk des englischen Hochspannungs-Maschennetzes (Grid) überwacht werden. Verfasser sieht die Entwicklung in der Richtung einer zentralisierten Lastverteilungsstelle für einen größeren Netzbezirk in Verbindung mit örtlichen, selbstgesteuerten Bedienungsstellen.

In der Aussprache wurden die verschiedenen Möglichkeiten der Fernsteuerung und der Aufrechterhaltung des Synchronismus zusammenarbeitender Netze besprochen. Die im Bericht 233 (von Cabanes) geäußerten Bedenken bezüglich der Störung der leitungsgerichteten Hochfrequenztelephonie durch Nebel und Rauhreif werden von anderer Stelle nicht geteilt.

Gruppe 37. Schutz der Netze.

Gruppenberichter: Labouret (Belgien).
Berichte:

309. Poma (Belgien): „Stabilisierung und Schutz von Mittelspannungs-Verteilungsnetzen."
328. Marshall und Winfield (England): „Selektiv-Schutzsysteme im britischen Maschennetz."
330. Neugebauer (Deutschland): „Projektierung von schnellarbeitenden Schutzsystemen für Hochspannungsanlagen."
341. Groß und Diesendorf (Österreich): „Entkopplungseinrichtungen für parallel geführte Hochspannungsleitungen."
344. Szilas (Ungarn): „Entwicklung von Hochspannungs-Hochleistungssicherungen."
345. Szilas (Ungarn): „Theorie der Hochspannungs-Hochleistungssicherungen mit Doppelschmelzleiter."
357. Sporn und Müller (V.S. Amerika): „Technik der schnellarbeitenden Relais in Hochspannungsnetzen."

Poma (309) beschreibt die in belgischen Mittelspannungsnetzen eingeführten Selektivschutzsysteme und die verschiedenen Ausführungsformen in den einzelnen Netzteilen, nämlich Differential-, Impedanz- und Polygonschutz.

Neugebauer (330) berichtet über schnell abschaltende Schutzsysteme für Höchstspannungsanlagen mit den Sicherheitsmaßnahmen zur Verhinderung von Fehlauslösungen bei Außertrittfallen von Kraftwerken sowie über Betriebserfahrungen mit solchen Schutzarten.

Marshall und Winfield (328) schildern Einzelheiten der im englischen Gridsystem verwendeten Selektivschutzsysteme.

Die in den V. S. Amerika herrschenden Bestrebungen, Fehler im Netz in kürzester Zeit zu beheben — wegen der besonderen, durch die feste Sternpunkterdung bedingten Verhältnisse —, führten zur Entwicklung der bekannten Schnellschalter. Es wird die Forderung gestellt, die für Ausschalten und Wiedereinschalten des Schalters erforderliche Zeit so zu begrenzen, daß bereits nach 10 Perioden (entsprechend 0,17 s) nach Eintritt des Fehlers der ordnungsgemäße Netzzustand wiederhergestellt ist. Die hierfür erforderlichen Schnellschutzsysteme und ihre verschiedenen Ausführungsformen (mit Trägerfrequenzen) werden im Bericht von Sporn und Müller (357) eingehend beschrieben.

In der Aussprache wurde jedoch zum Ausdruck gebracht, daß man im allgemeinen mit Schaltverzügen von 0,5 s auskommt, wenn die Fehlerstellen weitab vom Kraftwerk liegen, bei Kurzschluß in der Nähe des Kraftwerks muß man indessen mit Schaltverzügen von 0,1 s rechnen.

Groß und Diesendorf (341) berichten über die gegenseitige kapazitive Beeinflussung streckenweise parallel geführter Hochspannungsleitungen mit isoliertem Sternpunkt bei Sternpunktverlagerung, z. B. durch Erdschluß. Zur Behebung dieser Fehler dienen Ausgleichsdrosseln, für deren Kenngrößen Ortsdiagramme auch mit Berücksichtigung der Eisensättigung angegeben werden.

Szilas (344, 345) beschreibt die Wirkungsweise und Betriebsbewährung der verschiedenen Ausführungsformen von Hochspannungs-Hochleistungssicherungen. Für Sicherungen mit parallel geschalteten Schmelzleitern wird das günstigste Verhältnis der Widerstände beider Schmelzleiter (Silber und Wolfram) berechnet und an Hand von Oszillogrammen des Abschaltvorganges nachgewiesen.

Gruppe 38. Rundfunk- und Fernsprechstörungen.

Gruppenberichter: Whitehead (England).
Berichte:

241. Siehe Gruppe 27.
331. Austin (V. S. Amerika): „Erfahrungen mit Isolatoren für Funkstationen und ihre Auswertung für die Isolation von Hochspannungs-Übertragungsleitungen."
333. Siehe Gruppe 31.
340. Mengele (Österreich): „Vergleichende Untersuchungen an Freileitungs-Stützenisolatoren zur Aufklärung ihres Störeinflusses auf den Rundfunkempfang."
342. Aubort (Schweiz): „Neuere Erfahrungen über Geräuschbeseitigung an beeinflußten Fernsprechanlagen."

Die Berichte 241 von Dennhardt, 331 von Austin bzw. 333 von Klewe wurden bereits in den Gruppen 27 (Isolatoren) bzw. 31 (Gleichstrom) behandelt.

Mengele (340) berichtet über Störungen des Rundfunkempfanges in der Nähe einer 25 kV-Leitung, die z. T. noch mit veralteten Stützenisolatoren (Type J. 1, Baujahr 1910) ausgerüstet war. Die Mastausrüstung mit Isolator und Leiter wurde im Prüffeld durch Messung der Kapazität und des Verlustwinkels abhängig von der Spannung mit Schering-Brücke sowie durch Abhorchen mit Rundfunkempfänger untersucht. Als Ursache der Störungen wurden Glimm- und Gleitfunkenentladungen in der Trennfuge zwischen den zusammenglasierten Scherben festgestellt; die untere Glimmgrenze lag bei 8 bis 10 kV. Die alten Isolatoren sollen gegen neue der Type H. D. 25 ausgetauscht werden. Aubort (342) macht Angaben über Geräuschbeseitigung in Fernsprechleitungen, die auf Hochspannungsmasten verlegt und von solchen, die längs Gleichstrombahnanlagen mit dritter Schiene sowie längs Einphasenbahnanlagen geführt sind. Die Störgeräusche konnten durch Maßnahmen an den Fernmeldeeinrichtungen ohne Abänderung der Starkstromanlage beseitigt werden.

Entsprechend einem Antrag von Aubort wurde in der Aussprache von der Versammlung der Wunsch geäußert, bei der Neubearbeitung der Richtlinien des C.C.I. auf gewisse erleichternde Bestimmungen für die Starkstromseite hinzuwirken.

Gruppe 39. Verschiedenes.

Berichte:

321. Gratzmüller (Frankreich): „Gleichstrombahnbetrieb mit wirtschaftlicher Geschwindigkeitsregelung."
324. Tretyak, Kaplan, Kender, Smouroff (UdSSR): „Freier Lichtbogen in Wechselstromanlagen."
337. Koechlin (Frankreich): „Brandschutz in elektrischen Kraft- und Unterwerken."

Gratzmüller (321) behandelt die Nutzbremsung von Gleichstrom-Fahrzeugmotoren für Stadt-, Vorort- und Untergrundbahnbetrieb. Es werden verschiedene Kunstschaltungen angegeben, die beim Hauptstrommotor für die Stromrückgewinnung erforderlich sind (kompoundähnliches Verhalten). Kennzeichnend hierbei ist, daß nur ein Teil der Feldwicklung bei Generatorbetrieb feldschwächend im Ankerkreis verbleibt, während der andere Teil von einer Erregermaschine gespeist wird, deren Feld willkürlich regelbar ist, jedoch bei fest eingestellter Bremsstufe mit steigendem Rückstrom abnimmt.

Smouroff und Mitarbeiter (324) berichten über Laboratoriumsversuche am offenen Lichtbogen im ohmschen, induktiven und kapazitiven Wechselstromkreis bei 3,6 und 35 kV speisender Spannung. Untersucht werden Spannungsgradient, Lichtbogenlänge, Anfangs- und kritischer Widerstand, Lichtbogendauer, Einfluß des Windes, Löschbedingungen usw.; für diese Größen werden Formeln hergeleitet.

Bericht 337 (Koechlin) enthält Angaben über Schutzmaßnahmen gegen Brände in Schaltanlagen, nämlich: Unterteilung der Rückseite von Schalttafeln durch Trennwände, Wahl und Bereitstellung zweckmäßiger Löschmittel auch gegen Ölbrände, Alarmvorrichtung, Organisation des Löschdienstes; die diesbezüglichen Einrichtungen des Kraftwerks Kembs werden beschrieben.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 083. 7 : 621. 398 **Die Fernmeßverfahren.** — Eine Arbeit von M. Pflier kennzeichnet kurz die verschiedenen Fernmeßverfahren und weist 87 einschlägige Schrifttumsstellen nach. Die hier beigegebene Abb. 1 ist der Arbeit entnommen; sie zeigt den „Stammbaum" der Fernübertragungsverfahren. [P. M. Pflier, Arch. techn. Messen (1935) V 380-2.] *Krt.*

Abb. 1. Stammbaum der Fernübertragungsverfahren.

Verkehrstechnik.

621. 396. 029. 6 : 625. 28 **Kurzwellenverbindung auf langen Güterzügen.** — Die ersten Versuche zur Verständigung zwischen Lokomotivführerstand und dem Bremserabteil des letzten Wagens bei langen Güterzügen reichen bis in das Jahr 1924 zurück. Sie wurden seinerzeit von der Firma Westinghouse auf einer elektrisierten Strecke der Norfolk & Western- und der Virginian-Eisenbahn vorgenommen[1]). Die Übertragung, und zwar mittels langer Wellen, erfolgte dabei ähnlich wie bei der Kraftwerkstelephonie mittels einer nahe der Oberleitung angeordneten Antenne. Später arbeitete man mit Wellen von 120 m Länge ohne Zuhilfenahme der Oberleitung und erzielte zufriedenstellende Ergebnisse. Verschiedene Umstände, wie z. B. auch die Rücksichten auf den Flugfunkverkehr, zwangen jedoch zur Stillegung einer im Ablaufbetrieb praktisch arbeitenden Anlage. Da Wellenlängen unter 10 m für Versuchszwecke freigegeben sind, so setzten die Eisenbahnen ihre Versuche mit diesen Wellen fort, zumal sich Kurzwellen in mancher Beziehung für dieses Verkehrsmittel besonders gut eignen. Schon ein verhältnismäßig schmaler Wellenbereich ist für die Zwecke der Eisenbahnen völlig ausreichend.

Die seinerzeit vorgenommenen Versuche wurden mit einem aus 43 Güterwagen und aus einer Lokomotive bestehenden Zug zwischen Springfield, Mass., und New Haven, Conn., durchgeführt. Auf dem Führerstand der Lokomotive und dem Bremsabteil am Ende des Zuges baute man je eine vollständige Sende- und Empfangsanlage ein. In Hartford trennte man den Zug von der Lokomotive und stellte sie in einer Entfernung von etwa 4 km auf, während die Zuglänge inzwischen um weitere 86 Wagen erhöht wurde. Die Verständigung zwischen dem Lokomotivführer und dem Güterwagenabteil erlitt hierdurch keine Beeinträchtigung. Nachdem die Lokomotive mit dem neu zusammengestellten Zug wieder gekuppelt war, setzte der nunmehr aus 129 Wagen bestehende Zug die Fahrt nach New Haven fort. An denjenigen Stellen, an denen die Autostraßen nahe der Bahnstrecke verlaufen, machte sich das Zündgeräusch der Kraftfahrzeuge bemerkbar. Benachbarte elektrische Kraftleitungen und auch die Oberleitung eines elektrisierten Abschnittes bei New Haven hatten keine Einwirkung auf die Verständigung, dagegen setzte sie auf einer kurzen Strecke in einem Tunnel aus.

Auf der Lokomotive wird für die Stromversorgung der Übertragungseinrichtung zweckmäßig der Lokomotiv-Beleuchtungsgenerator benutzt, an dessen Gleichspannung (32 V) ein 60 Hz-Umformer von 110 V Wechselspannung angeschlossen ist. Für die Anlage im Bremsabteil des letzten Wagens ist an Stelle des Gleichstromerzeugers am besten eine Akkubatterie (32 V) der üblichen Ausführung zu verwenden, die von dem Achsgenerator aus geladen wird. Sender und Empfänger sind in wasserdichten Behältern aus Stahlblech stoßfrei gelagert. Der Leistungsbedarf der Anlage ist 15 W. Neben der beschriebenen Anordnung zur Verständigung zwischen Lokomotivführerstand und Bremsabteil ist die Anlage auch zur Verständigung zwischen dem fahrenden Zug und festen Punkten der Strecke, wie z. B. Block- und Befehlsstellen, zu verwenden. Auch ist eine Einrichtung möglich, die am Gürtel getragen werden kann. [H. A. Shepard u. W. C. Evans, Rly. Age 99 (1935) S. 104.] *Kmr.*

621. 33. 012 **Ermittlung von Fahrzeit und Stromverbrauch.** — Wenn zwei Fahrschaulinien (Zeit-Geschwindigkeits-Linien) einander geometrisch ähnlich sind, so erhält man bekanntlich einander kongruente Kurven, wenn als Abszisse nicht die Zeit, sondern der Quotient Zeit : $\sqrt{\text{Haltestellenabstand}}$, und als Ordinate an Stelle der Geschwindigkeit der Quotient Geschwindigkeit : $\sqrt{\text{Haltestellenabstand}}$ gewählt wird. Auf dieser Grundlage werden besondere Arten von Fahrschaulinien entwickelt, die für Haltestellenabstände von beliebiger Länge gelten. Damit wird die Berechnung von Fahrzeit und Stromverbrauch

[1]) Vgl. ETZ 48 (1927) S. 1427. Über deutsche Versuche zur drahtlosen Rangierbefehlsübermittlung vgl. K. Steinner, ETZ 49 (1928) S. 722 u. 1494.

für solche Strecken erleichtert, bei denen die einzelnen Haltestellenabstände in der Länge stark voneinander abweichen, denn man braucht nicht mehr für jeden Haltestellenabstand eine neue Fahrschaulinie zu entwerfen und vermeidet doch die Ungenauigkeiten, die beim Arbeiten mit einem „mittleren Haltestellenabstand" entstehen. — Die sehr ausführliche, mit guten Beispielen versehene Arbeit kann vielleicht dem auf diesem Sondergebiet tätigen Fachgenossen wertvolle Anregungen geben. [Hippisley, J. Inst. electr. Engr. 77 (1935) S. 683.] *Tf.*

621. 335. 2 **Der elektrische Betrieb auf der Höllentalbahn.** — Um die Möglichkeit eines unmittelbaren Anschlusses einer Einphasen-Wechselstrombahn an das Landesversorgungsnetz, also ohne Frequenzumformung, weiter zu erforschen, hat, wie hier schon früher berichtet wurde[1]), die Deutsche Reichsbahn veranlaßt, auf einer eigens hierzu hergerichteten Strecke, der Höllentalbahn in Baden, mehrere Versuchslokomotiven in Betrieb zu setzen. An den Versuchen sind die führenden Firmen der Elektroindustrie beteiligt. Wie wir erfahren[2]), hat die Firma

Abb. 2. Versuchslokomotive für die Höllentalbahn.

Krupp soeben ihre Versuchslokomotive (Abb. 2) vollendet und auf der Höllentalbahn bereits laufen lassen. Die Motoren dieser Maschine sind nach den Angaben von Dr. L. Schön. Essen[3]), von Garbe-Lahmeyer, Aachen, gebaut worden, die Lokomotive selbst von Krupp. Das System selbst wurde bereits bei einer Lokomotive eines Braunkohlen-Bergwerks seit einigen Jahren ausprobiert[4]). *e*

Verschiedenes.

621. 3 : 518. 5 **Sonderrechenschieber für Elektrotechnik.** — In der Arbeit werden fünf Sonderrechenstäbe beschrieben, welche der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit herausgebracht hat, und die besonders dazu geeignet sind, immer wiederkehrende Aufgaben, welche den Arbeitsgebieten des Fernmeldeingenieurs angehören, schnell und einfach zu lösen. Dabei werden die bisher auszuführenden zeitraubenden Rechenarbeiten vermieden, ohne daß die erforderliche Genauigkeit der Rechnung eine Einbuße erleidet. Mit dem Rechenstab SR 709 wird die Aufgabe gelöst, wie mit einer Einstellung des Rechenstabes der Gesamtwiderstand einer Stromverzweigung oder der Kapazitätswert einer Kondensatorreihe oder die Brennweite von Sammellinsen bestimmt werden kann. Dabei fällt die umständliche Rechnung über die reziproken Werte fort. Der Gebrauch des Stabes SR 716 erleichtert die Berechnung des Blindwiderstandes einer Fernsprechleitung, wenn mit dem allgemein üblichen Brückenverfahren gemessen wird, bei der in Reihe symmetrisch zur Leitung zwei gleich große Kondensatoren von 100 nF geschaltet sind und die Normalseite aus Widerstand und Kondensator zusammengesetzt ist. Der Gebrauch von Tafeln sowie eine sonst notwendige Zwischenrechnung fallen fort. Mit einer einzigen Einstellung des Sonderrechenstabes wird das Ergebnis abgelesen. Mit dem Sonderrechenstab SR 717 kann mit zwei einfachen Einstellungen die zu einer bestimmten kapazitiven oder magnetischen Kopplung gehörige Nebensprechdämpfung zwischen zwei Fernsprechleitungen angegeben werden. Er gestattet ebenso wie der Rechenstab SR 719, der der Berechnung von Grenzfrequenz und Charakteristik einer Pupinleitung aus Induktivität und Kapazität dient, die häufigsten vorkommenden Aufgaben schnell und vor allem sicher zu lösen. Selbstverständlich kann ebenso einfach auch umgekehrt bei gegebener Nebensprechdämpfung die zulässige Kopplung und bei gegebener Grenzfrequenz und Charakteristik die erforderliche Induktivität und Kapazität der Leitung mit dem Stab eingestellt werden. Wie aus einer Anzahl von Nebensprechdämpfungswerten leicht der logarithmische Mittelwert der Nebensprechdämpfung bestimmt werden kann, ohne daß die sonst übliche Umrechnung über e^{-b} zu erfolgen hat, wird an dem Rechenstab SR 720 gezeigt. Beispiele und Abbildungen erleichtern die Handhabung der neu entwickelten Rechenstäbe. [W. Wolff, AWF-Mitt. 1935) H. 11, S. 90.] *Sb.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

665 : 621. 43 (063) **Mineralöltagung 1935.** — Die Brennkrafttechnische Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung hatten im Verfolg ihrer großen wissenschaftlichen Tagung Ende September[1]) 1935 einen „Tag der Kraftmaschinen für das Verkehrswesen" am 12. 12. 1935 in Berlin veranstaltet, um die Lösungsmöglichkeiten des deutschen Mineralölproblems auch vom Standpunkt des Maschinenbaus zu erörtern. Nach dem Vortrage von Dr. Mylius ist der Anteil der Dieselöle am Gesamtverbrauch von Treibstoffen von 16 % im Jahre 1932 auf heute 25 % gestiegen. Von den heute verbrauchten 750 000 bis 800 000 t Dieselöle entfallen 500 000 t auf ortsfeste Anlagen, 50 000 t auf die Binnenschiffahrt, 50 000 t auf die Zugmaschinen und erst 160 000 t auf die Lastkraftfahrzeuge, die aber gleichwohl am meisten zu dem Mehrverbrauch in den letzten Jahren beigetragen haben und dies auch weiterhin tun werden. Die einheimische Erzeugung von Gasöl war bisher nur in unvollkommenen Anfängen vorhanden. Ihre Steigerung sei z. Z. vordringlichste Aufgabe der deutschen Mineralölwirtschaft, um den Dieselmotor weiterhin in seinem Mutterlande zu fördern, womit auch ein starker Rückhalt für die Ausfuhr gewährleistet ist. Auch diene die hohe Wirtschaftlichkeit des Dieselmotors dazu, die deutsche Brennstoffdecke zu strecken. Der Elektromotor werde jetzt beim erhöhten Ölpreis und angemessenen Tarif mehr Erfolg im Wettbewerb mit dem Dieselmotor haben. Über die Verteuerung des Dieselöls für die bestehenden ortsfesten Dieselanlagen wurde in der Aussprache geklagt, da sie von ihr empfindlich getroffen würden. Für den Diesel-Lastkraftwagen ist sie bei der hohen Wirtschaftlichkeit des Dieselmotors und bei dem trotz Zollerhöhung immer noch bedeutenden Preisunterschied von 19 bis 20 Rpf/kg beim Dieselöl und 35 Rpf/kg beim Benzin tragbar. Nach den Ausführungen von Fritz Schmidt, Gaggenau, macht die Dieselöl-Preiserhöhung auf die gesamten Betriebskosten des Diesel-Fahrzeugbetriebes kaum mehr als 3 % aus. Aus den übrigen Vorträgen sei nur der von E. Klaiber, Stuttgart, „Zündung und Zünder" erwähnt. Die hohen Anforderungen an Zünder und Kerze infolge veränderter Motorkonstruktionen, neuer Kraftstoffe und erschwerten Betriebsbedingungen haben zur Verdoppelung der zum Kerzenüberschlag nötigen Spannung geführt. Entwickelt wurde ein neuer Magnetzünder 20/30 kV für schwere Motoren; er hat einen Magneten aus Alnistahl, spannungssichere Zündwicklung und ist zwecks Unterdrückung der Rundfunkstörungen vollkommen gekapselt. Neue verstärkte und entstörte Batteriezünder, Zündentstörung für Autoempfänger, Steuerwellen-Magnetzünder, warmfeste Kerzensteine für Kerzen wurden geschaffen.

Der Kohlenstaubmotor (Obering. Schor, Elbing) wurde weiter entwickelt; dadurch, daß es gelang, Kohlen mit einem Aschegehalt von 1 % und weniger und einen verschleißfesten Werkstoff für Zylinderbuchsen und Kolbenringe herzustellen, ist die Lebensdauer des Motors erhöht. Der Werkstoff kann jetzt auch gedreht werden; die Herstellung des Motors wird dadurch verbilligt, und die Konstruktionen können freier gestaltet werden. Zur Probe läuft jetzt ein kompressorloser Kohlenstaubmotor bei F. Schichau in Elbing. *Pge.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1258.
[2]) Ztschr. der Kruppschen Betriebsgemeinschaft (1936) S. 168.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 808.
[4]) ETZ 51 (1930) S. 265.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1210.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Aufbau und Wirtschaftlichkeit von Kondensatorenanlagen zur Leistungsfaktorverbesserung.

Von Dipl.-Ing. **Bernhard Stauch**, Berlin.

621. 319. 4 : 621. 316. 1

Übersicht. Von dem Einfluß des Leistungsfaktors auf die Anlage- und Betriebskosten für die Erzeugungs- und Übertragungsmittel elektrischer Energie ausgehend, wird die Bedeutung der Kondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung dargelegt und die durch die Eigenart dieser Geräte bedingten Besonderheiten der Schaltung beschrieben. Zum Schluß werden vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnungen zwischen Kondensatoren und umlaufenden Phasenschiebern durchgeführt.

Einen Leistungsfaktor gibt es nur in der Wechselstromtechnik. Er gibt an, welcher Anteil der übertragenen Energie zur Arbeitsabgabe ausgenutzt wird, und ist bedingt durch das wechselnde magnetische Feld der Übertragungsleitungen, Umspanner und Motoren. Diese fordern Wirkstrom zur Arbeitsabgabe an und benötigen außerdem noch Blindstrom zum Aufbau ihres magnetischen Feldes. Wirk- und Blindstrom, die einen Winkel von 90 ° el einschließen, setzen sich zusammen zum Gesamtstrom, dem sogenannten Scheinstrom. Die letztere Bezeichnung ist irreführend, da der „Scheinstrom" der einzige wirkliche Strom ist, der in unseren Leitungen fließt. Er muß von den Stromerzeugern hergegeben werden. Sämtliche stromdurchflossenen Anlageteile müssen gerade und nur für ihn ausgelegt sein. Je schlechter der Leistungsfaktor, um so größer aber der Gesamtstrom bei gleichem Wirkstrom. H. Nissel[1]) hat die Abhängigkeit der Anlagekosten vom Leistungsfaktor für eine Groß- und Mittelstadt untersucht (Abb. 1). Bei $\cos\varphi = 0{,}7$, einem oft genug vorkommenden Wert, sind die Anlagekosten bereits 28 % höher als bei $\cos\varphi = 1$. Bei Überlandwerken und Fabrikanlagen liegen die Verhältnisse, von unbedeutenden Abweichungen abgesehen, genau so. Aber nicht nur die Anlage-, sondern auch die Betriebskosten werden durch einen schlechten Leistungsfaktor ungünstig beeinflußt. Für die Betriebskosten sind die Verluste maßgebend, die in sämtlichen Stromerzeugungs- und Übertragungsmitteln hervorgerufen werden. Bei $\cos\varphi = 0{,}7$ sind die Wirkverluste auf das Doppelte gestiegen gegenüber denen bei $\cos\varphi = 1$ (Abb. 2). H. Nissel hat in seinen Untersuchungen festgestellt, daß in unseren Anlagen die Wirkstromverluste allein etwa 10 bis 15 % der Gesamterzeugung ausmachen. In Abb. 3 sind die Blindstromverluste in Abhängigkeit von dem Leistungsfaktor dargestellt, wobei die Wirkstromverluste zu 10 % angenommen wurden. Bei $\cos\varphi = 0{,}7$ stehen in diesem Falle nur noch 80 % der gesamten erzeugten elektrischen Arbeit den Verbrauchern zur Verfügung. Die Kennlinie steigt bei schlechterem Leistungsfaktor sehr schnell an. Es läßt sich also schon hiernach sagen, daß die durch Blindstromausgleich erzielten Verbesserungen um so größer sein werden, je schlechter der Leistungsfaktor ist.

Abb. 1. Abhängigkeit des Kapitaldienstes vom Leistungsfaktor.

Abb. 2. Abhängigkeit der Blindleistung (*BkW*), der Gesamtleistung (*kVA*) und der Wirkverluste vom Leistungsfaktor.

Abgesehen von phasenschiebenden Maschinen haben wir in dem Kondensator ein Gerät, das induktiven Blindstrom kompensieren kann. Der Kondensator speichert während einer Halbwelle die aus dem Netz entnommene Energie in seinem elektrischen Feld auf und gibt sie in der nächsten Halbwelle wieder an das Netz ab. Gerade in diesem Augenblick fordern aber die Umspanner und Motoren Blindstrom zum Aufbau ihres magnetischen Feldes an. Wenn der Kondensator richtig bemessen ist, pendelt jetzt die Energie zwischen dem elektrischen Feld des Kondensators und dem magnetischen Feld des Motors hin und her. Das Netz braucht sich an der Energielieferung nicht mehr zu beteiligen und liefert lediglich noch den Wirkstrom zur Arbeitsabgabe des Motors. Da der pendelnde Strom aber auch Verluste in den Verbindungsleitungen verursacht, möchte man diese Leitungen möglichst kurz halten. Der insgesamt auftretende Blindstrom teilt sich mit etwa 25 bis 15 % auf die Umspanner auf, mit 70 bis 80 % auf die Motoren und mit dem Rest auf die Leitungen. Man müßte also hauptsächlich Niederspan-

Abb. 3. Abhängigkeit der Blindstromverluste vom Leistungsfaktor.

[1]) H. Nissel, Der Einfluß des cos φ auf die Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke, Berlin: Springer 1928.

nungskondensatoren für 380 und 220 V einbauen. Bei diesen Spannungen liegt der Preis je installiertes Kilovoltampere aber wesentlich höher als bei Hochspannungskondensatoren (Abb. 4). Dies ist leicht erklärlich: die Kapazität muß z. B. bei einem Kondensator für 380 V etwa 60mal so groß sein wie bei einem Kondensator für 3000 V, damit die gleiche Leistung erzielt wird; die Leistung eines Kondensators ist bei gleicher Kapazität verhältnisgleich dem Quadrat der Spannung. Außerdem kann der dielektrische Werkstoff nicht mehr voll ausgenutzt werden, da man aus mechanischen Gründen das Papier für die einzelnen Kondensatorenwickel nicht so schwach wählen kann, wie es für eine Spannung von 220 V aus elektrischen Gründen genügen würde.

RM/BkW

a) Kondensator mit 50 BkW
b) " " 100 "
c) " " 225 "

Spannung in kV ⟶

Abb. 4. Anschaffungskosten von Starkstromkondensatoren in Abhängigkeit von der Betriebsspannung.

Kleinabnehmer, die nur einen oder wenige Motoren zu kompensieren haben, verwenden trotzdem am besten Niederspannungskondensatoren. Bei größeren Blindleistungen hat man verschiedentlich die billigeren Kondensatoren für 500 V über Sparumspanner angeschlossen. Dabei sind aber häufig die Umspanner im Eisenkern verbrannt. Die nähere Untersuchung dieser Erscheinung führte zu dem Ergebnis, daß, wenn der Umspanner in seiner Leistung etwa der angeschlossenen Kondensatorenleistung entspricht, die Eigenfrequenz der Anordnung: Kondensator—Sparumspanner gerade in der Größe der im Netz vorhandenen Oberwellen liegt, so daß für diese Resonanz eintritt. Hierdurch werden erhebliche Wirbelströme und bedeutend höhere Hystereseverluste im Eisen des Umspanners erzeugt, die letzten Endes zum Verbrennen des Eisens führen. Wenn diese Schaltung trotzdem verwendet werden soll, muß der Umspanner aus diesen Gründen für etwa das Doppelte der Kondensatorenleistung bemessen werden.

Nach dem eben Gesagten hat es den Anschein, als ob der Einbau von Niederspannungskondensatoren stets unwirtschaftlich wäre. Dies trifft aber doch nicht in diesem Maße zu. So ist es z. B. möglich, daß Umspanner bereits bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht sind, so daß bei einer weiteren Laststeigerung zusätzliche Einheiten beschafft werden müßten. Bei einem Leistungsfaktor von 0,5 beträgt die Gesamtleistung als geometrische Summe der Wirk- und Blindleistung 200 % der Wirkleistung. Bei vollständigem Blindstromausgleich auf der Niederspannungsseite kann der Umspanner somit die doppelte Wirkleistung wie bisher übertragen. Die teureren Niederspannungskondensatoren machen sich in diesem Falle bezahlt.

Je nach Anschlußart der Kondensatoren unterscheidet man Einzel-, Gruppen- und Zentralkompensation (Abb. 5). Von Einzelkompensation spricht man, wenn jeder Motor seinen eigenen Kondensator erhält, mit dem er dann meist zusammen geschaltet wird, von Gruppenkompensation bei Anschluß der Kondensatoren häufig auf der Niederspannungsseite von kleineren Umspannstationen und von Zentralkompensation bei Aufstellung einer größeren Anlage in Elektrizitäts- oder großen Umspannwerken. Zentral- und Gruppenausgleich kommt hauptsächlich für Elektrizitätswerke in Frage, für Industrieanlagen Gruppen- und Einzelkompensation. Die Gruppenkompensation ist in allen Fällen billiger als Einzelkompensation, da nicht alle Motoren gleichzeitig laufen, und man infolgedessen mit kleineren Kondensator-Nennleistungen auskommt. Außerdem hat man häufig nicht den Platz, neben jedem Motor noch einen Kondensator aufzustellen.

Schaltung der Kondensatoren.

Bei Einzelkompensation können Motor und Kondensator unbedenklich über einen Motorschutzschalter gemeinsam geschaltet werden. Es ist hierbei nur darauf zu achten, daß der Ausgleich nicht zu weit getrieben wird, da sonst auch nach Abschalten vom Netz der Kondensator das magnetische Feld des Motors aufrechterhalten kann. Der Motor läuft dann als Generator aus. Dabei können beträchtliche Überspannungen entstehen, die je nach Lage der Magnetisierungskennlinie der Motoren verschieden sind[2]). Im allgemeinen ist dies aber nicht zu erwarten, wenn nicht über $\cos\varphi = 0{,}95$ kompensiert wird. Niederspannungskondensatoren können überhaupt stets über entsprechend bemessene Motorschutzschalter angeschlossen werden. Die Stromstöße, die beim Parallelschalten eines Kondensators zu einem bereits an Spannung liegenden auftreten, halten sich infolge der niedrigen Spannung in erträglichen Grenzen. Mittel zur Begrenzung dieser Stromstöße sind noch nicht notwendig. Anders bei Hochspannungskondensatoren! Hier spielt die Schalterfrage eine wichtige Rolle. Es sind zwei grundsätzliche Schaltungsarten zu unterscheiden:

a) Schalten eines Kondensators oder einer geschlossenen Kondensatorenanlage auf ein Netz;
b) unmittelbares Parallelschalten von einem spannungslosen zu einem spannungsführenden Kondensator (Batterie), wobei die Kondensatoren nur durch kurze Leitungen mit geringem wahren und induktiven Widerstand voneinander getrennt sind.

Zentrale
5/15 kV
15/5 kV
5/0,5 kV
15/3 kV
3/0,4 kV
a – Zentralkompensation
b – Gruppenkompensation
c – Einzelkompensation

Abb. 5. Anschlußarten von Starkstromkondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung.

In beiden Fällen hatte man noch bis vor kurzem Vorstufenwiderstände in den Schaltern für unbedingt erforderlich gehalten. Anfang 1935 wurden von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen an der Kondensatorenanlage des Kraftwerkes Sachsen-Thüringen AG. in Auma Versuche durchgeführt, über die Dr.-Ing. Grünewald[3]) auf der VDE-Tagung 1935 in Hamburg berichtet hat. Danach sind beim Schalten selbst großer Kondensatorenanlagen auf ein Netz Vorwiderstände überflüssig. Die höchste, beobachtete Überspannung betrug 35 % der Betriebsspannung. Die Spannungen brachen zwar auf der Netzseite auf Null zusammen, erreichten aber innerhalb etwa $^1/_{1000}$ s wieder ihren Augenblickswert. Dieser Vorgang macht sich also infolge der kurzen Zeit im Netz überhaupt nicht bemerkbar.

Wenn Hochspannungskondensatoren aber nach b) unmittelbar parallelgeschaltet werden, so sind außerordentlich hohe Stromstöße zu erwarten. Die Versuche in Auma konnten hierüber keine völlige Klarheit schaffen, da die

[2]) Baudisch u. Kann, Siemens-Z. 12 (1932) S. 362.
[3]) H. Grünewald, VDE-Fachberichte 1935, S. 25; ETZ 56 (1935) S. 790.

Stromstöße infolge der Trägheit der zur Strommessung benutzten Oszillographenschleifen nicht wirklichkeitsgetreu aufgezeichnet wurden. Die Theorie läßt aber wenig Hoffnung, daß man auch hier ohne Strombegrenzungsmittel auskommt. Diese Mittel brauchen nun allerdings nicht immer in Vorstufenwiderständen in den Schaltern zu bestehen. Die Rechnung ergibt, daß eine Induktivität von 5‰ des Phasenwiderstandes der dahinterliegenden Kondensatoren die Einschaltstromspitze auf das 15fache des Nennstromes begrenzt. Die Spulen müssen aber für die volle Spannung isoliert werden und sind deshalb ziemlich teuer. Man kann selbstverständlich auch Drosselspulen mit höherer Induktivität einbauen, muß dann aber die Kondensatorenleistung erhöhen, da jetzt noch die Blindleistung der Spule ausgeglichen werden muß. Bei Verwendung von Drosselspulen zur Strombegrenzung ist darauf zu achten, daß die Eigenfrequenz der Anordnung Spule—Kondensator nicht in der Nähe der 5., 7. und 11. oder 13. im Netz vorkommenden Oberwelle liegt. Bei der obenerwähnten Drosselspule liegt sie bei der 14. Oberwelle. Da diese in unseren Netzen nicht vorkommt, können auch keine Spannungsverzerrungen hervorgerufen werden. Vorläufig scheint die Ausrüstung der Schalter mit Vorstufenwiderständen aber immer noch die beste Lösung zu sein, zumal dann im Betrieb jegliche Verluste vermieden werden. Die Vorstufenwiderstände müssen dabei richtig bemessen werden. Bei zu kleinen Widerständen werden die Stromstöße nur gering gedämpft; im umgekehrten Falle treten beim Überschalten von den Vorstufen auf die Hauptkontakte zu hohe Spannungen und Stromstöße auf; außerdem müssen sie lange genug in Eingriff bleiben, damit sie sich auch voll auswirken können.

Entladen der Kondensatoren.

Die Kondensatoren halten als einziges elektrisches Gerät auch nach Abtrennen vom Netz die Spannung fest, die sie im Augenblick des Abreißens der Schaltlichtbögen besitzen. Ohne besondere Entladevorrichtung kann noch nach Tagen ein hoher Prozentsatz der Nennspannung gemessen werden. Die Ladungen können sich nur über die hohen Isolationswiderstände ausgleichen. Eine sichere Entladung ist nun aus zwei Gründen erforderlich. Im Vordergrund steht der Schutz der Bedienungsmannschaft, die daran gewöhnt ist, daß abgeschaltete Geräte auch spannungslos sind. Außerdem besteht aber die Möglichkeit, daß beim Wiedereinschalten der nicht entladene Kondensator auf nahezu die doppelte Spannung geschaltet wird, wodurch außerordentlich hohe Stromstöße und Ausgleichvorgänge bedingt wären. Bei Niederspannungskondensatoren verwendet man allgemein Entladewiderstände von hohem Widerstandswert, die zwischen den Kondensatorklemmen liegen. Die vollständige Entladung geht verhältnismäßig langsam vor sich, jedoch wird zunächst die Spannung ziemlich schnell abgesenkt, so daß eine zufällige Berührung nicht mit Lebensgefahr verbunden ist. Bei Hochspannungskondensatoren liegen die Verhältnisse wesentlich ungünstiger. Versuche haben ergeben, daß z. B. beim Auswechseln einer Sicherung der Bedienungsmann innerhalb von etwa 10 s nach Abschalten des Kondensators an spannungsführende Teile herankommen kann[4]). Während dieser Zeit muß also die Spannung auf ein ungefährliches Maß vermindert werden. Allgemein wird hierfür 36 V angesetzt. Hierdurch sind kleine Entladewiderstände bedingt. Da diese Widerstände aber dauernd eingeschaltet sind, bringen sie Verluste mit sich, die man natürlich gering halten will. Man benötigt also auch bei hohen Spannungen hohe Widerstandswerte. Die Nachrechnung zeigt, daß Entladewiderstände, die die Spannung in 10 s auf 36 V absenken, bei einer Spannung von 3000 V bereits Verluste von 0,15 % der Kondensatoren-Blindleistung verursachen. Für die Kondensatoren allein werden heute Verluste von 0,3 % gewährleistet. Durch die Widerstände würden sie also um 50 % und mehr erhöht werden. Da aber gerade die niedrigen Verluste der Kondensatoren für ihre Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend sind, ist die Verwendung solcher Entladewiderstände kaum zu vertreten. Außerdem besteht bei solchen Widerständen, die meist aus Silitstäben bestehen, die Gefahr, daß die Kontaktgabe in den Schellen schlecht ist oder daß die Stäbe brechen. Die Kondensatoren werden dann nicht mehr vollständig entladen; die Entladevorrichtung erfüllt ihre Aufgabe nicht mehr.

[4]) Werdenberg, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 12.

Aus den aufgeführten technischen und wirtschaftlichen Erwägungen heraus wird in Deutschland diese Art der Entladung von Hochspannungskondensatoren wohl allgemein abgelehnt. Günstiger ist es, einen Dreiphasen- oder zwei Einphasen-Spannungswandler in V-Schaltung an die Kondensatorenklemmen anzuschließen. Dabei dürfen in den Wandlerleitungen keine Sicherungen liegen, da bei Durchbrennen einer Sicherung ebenfalls keine vollständige Entladung erfolgt. Wenn die Sekundärwicklungen der Wandler nicht zu Meßzwecken benutzt werden, können diese in Fortfall kommen. Trotzdem wird die Anlage durch Entladewandler für jeden Kondensator, zumal bei höheren Spannungen, unerwünscht verteuert. Meist wird es genügen, wenn man an die Kondensatoren-Sammelschiene einen Spannungswandler anschließt, der für die Entladung der sogenannten Stammbatterie sorgt (Abb. 6).

1 Leistungsschalter
2 Strommessung, UMZ-Relais, Kurzschlußschutz
3 Spannungsmessung, Entladung für Stammbatterie, Spannungssteigerungsschutz, Oberwellenschutz
4 Leistungstrennschalter mit Vorstufen und Entladewiderständen für Regelbatterie
5 Trennschalter
6a Kondensatoren der Stammbatterie
6b Kondensatoren der Schaltbatterie
7 Nullpunktvergleichsschutz

Abb. 6. Schaltbild für Hochspannungskondensatoren mit Regelmöglichkeit und Schutzeinrichtungen.

Mit „Stammbatterie" sind diejenigen Kondensatoren bezeichnet, die während der Hauptbetriebszeit dauernd eingeschaltet bleiben und über einfache Trennschalter mit der Kondensator-Sammelschiene verbunden sind. Diese Trennschalter dürfen unter Spannung nicht betätigt werden. Zweckmäßigerweise werden sie noch mit Erdungskontakten versehen. Um die eingesetzte Kondensatorleistung an die wechselnde induktive Blindleistungsentnahme anzupassen, wird außer der Stammbatterie noch eine Regelbatterie notwendig. Die Kondensatoren der Regelbatterie müssen auch unter Last geschaltet werden können. Es sind also Schalter mit Vorstufenwiderständen vorzusehen. Da es sich meist nur um Leistungen von etwa 200 bis 300 kVA handelt, eignen sich hierfür auch Leistungstrennschalter. Diese Schalter werden von manchen Herstellern so ausgebildet, daß sie die Kondensatoren in der Ausschaltstellung mit Kontakten verbinden, an die Entladevorrichtungen angeschlossen werden können. Für mehrere Kondensatoren der Regelbatterie braucht man nur noch einen Entladewandler; man kann jetzt aber auch Widerstände verwenden, die nur noch mit Rücksicht auf eine schnelle Entladung der Kondensatoren und Schonung der Kontakte am Schalter ausgelegt werden und daher billig sind. Als Schutz für die Kondensatoren können außer den üblichen Schaltern mit Überstrom- und Kurzschlußstromauslösung auch Sicherungen benutzt werden. Mit Rücksicht auf die hohen Einschaltstromstöße dürfen nur träge Sicherungen eingebaut werden, die aber dem heutigen Stand der Sicherungstechnik keine Schwierigkeiten mehr bieten.

Abb. 6 zeigt ein einphasiges Schaltbild, in dem die aufgeführten Gesichtspunkte beachtet sind. Die Stromwandler müssen so ausgelegt sein, daß sie den Einschaltstromstößen gewachsen sind. Der Überstrom- und Kurzschlußschutz erfolgt durch ein unabhängiges Maximal-Zeitrelais. Abhängige Primär- oder Sekundärrelais sind ungeeignet, da die Stromspitze beim Einschalten die sofortige Auslösung des Leistungsschalters bewirken würde. Am besten sind schon unabhängige oder begrenzt abhängige Sekundärrelais, da die Primärrelais mit den gleichen Kennlinien nach der Kurzschlußleistung der gesamten Anlage bemessen sein müssen und ein Überstromschutz für die Kondensatoren dann vielleicht nicht mehr erreichbar ist. Da der Fall eintreten kann, daß die Belastung des Umspann-

werkes ausfällt, die Kondensatoren aber eingeschaltet bleiben, wird an den Spannungswandler zweckmäßig ein Spannungssteigerungsrelais angeschlossen, das den Leistungsschalter bei Überschreiten einer bestimmten Spannung herauswirft und die Kondensatoren vor Überbeanspruchungen schützt.

a Wickelgruppe *b* Einzelwickel *c* Sicherung *d* Stromwandler *e* Signalrelais

Abb. 7. Nullpunktvergleichsschutz für Hochspannungskondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung.

Der in Abb. 7 dargestellte Nullpunktsvergleichsschutz ist nur bei in Stern geschalteten Kondensatoren anwendbar und hat auch nur dann einen Sinn, wenn die Wickel, aus denen die Kondensatoren aufgebaut sind, wie in der Abbildung gezeigt, einzeln abgesichert sind. Durch diesen Schutz sollen Fehler in den Kondensatoren bereits im Entstehen festgestellt werden. Wenn aus irgendwelchen Gründen einige Wickel einer Phase durch Abschmelzen der Sicherung abgetrennt sind, erhöht sich der Blindwiderstand der betreffenden Phase. Der Nullpunkt dieses Kondensators erhält eine Spannung gegen die übrigen. Diese Unsymmetriespannung treibt einen Strom über die Nullpunktverbindung, der an den Strommesser abgelesen wird oder ein Relais zum Ansprechen bringt. Der Stromwandler dient nur zur Erhöhung der Kurzschlußsicherheit. Bei Anwendung dieses Schutzes müssen die Sternpunkte der Kondensatoren vollisoliert herausgeführt werden, da sie bei einem Erdschluß in der Anlage die volle Phasenspannung gegen das Kondensatorengehäuse erhalten würden.

Das an den Spannungswandler angeschlossene Relais *8* (Abb. 6) stellt ein Oberwellenrelais dar, das bei Überschreiten eines gewissen Vom-Hundert-Satzes der 5. oder 7. Oberwelle ein Signal betätigt oder den Hauptschalter auslöst. In unseren Drehstromnetzen kommen durch 2 oder 3 teilbare Oberwellen nicht vor. Am stärksten ausgeprägt ist die 5. Oberwelle, die durch den Magnetisierungsstrom der Umspanner, Asynchronmotoren und durch die Ankerrückwirkung bedingt ist. Ferner treten noch die 7., 11. und vielleicht die 13. Oberwelle auf. Beachtenswert ist gewöhnlich nur die 5. und 7. Harmonische. Wenn der Kondensator nun zusammen mit der Induktivität des Netzes für eine dieser Oberwellen in Resonanz kommt, wobei sich der induktive und kapazitive Blindwiderstand aufheben, bildet sich die entsprechende Oberwelle kräftig aus. Theoretisch können gefährliche Überspannungen auftreten. Je höher aber die errechneten Überspannungen sind, um so schärfer ist auch die Resonanz, d. h. es genügt schon eine geringe Verstimmung, die durch den sich häufig ändernden Schaltzustand des Netzes fast stets gegeben ist, um aus der Resonanzspitze herauszukommen. Die Spannungssteigerungen halten sich infolgedessen in mäßigen Grenzen. Außerdem wirkt die Belastung des Netzes sehr stark dämpfend, so daß erst bei leerlaufendem Netz Schwierigkeiten zu befürchten sind. Bei Leerlauf wird aber zumindest ein großer Teil der Kondensatoren abgeschaltet, so daß die Resonanzmöglichkeit in den Bereich der höheren Oberwellen rückt, die entweder überhaupt nicht vorhanden oder doch nur sehr klein sind.

Um unerwünschte Resonanzerscheinungen zu vermeiden, ergibt sich die Regel, die Kondensatoren möglichst im Netz zu verteilen und die Eigenfrequenz durch geeignete Maßnahmen auf eine möglichst niedrige und gerade Ordnungszahl der Grundwelle abzustimmen[5]). Bei Beachten dieser Vorschriften können die Spannungskurven sogar geglättet werden und die Erdschlußlöscheinrichtungen für die Oberwellen überflüssig machen. Es muß nur der entsprechende Schaltzustand des Netzes herbeigeführt werden. Im Betriebe wird es aber schwer sein, alle Möglichkeiten rechnerisch zu erfassen; darum ist es zweckmäßig, die Oberwellenverhältnisse durch schreibende Geräte, und zwar während einer längeren Zeit, aufzuzeichnen; nur hierdurch ist gewährleistet, daß alle wichtigen Schaltungen durchlaufen werden. Später genügt es, wenn Oberwellen festgestellt wurden, Relais für die hauptsächlich vorkommende 5. und 7. Oberwelle vorzusehen, die bei Überschreiten des zulässigen Vom-Hundert-Satzes ein Signal geben. Die notwendigen Schaltungen können ohne Anstand durchgeführt werden, da die Kondensatoren eine beträchtliche Oberwellenfestigkeit besitzen. Diese Untersuchungen und Vorsichtsmaßnahmen sind aber nur bei Aufstellung wirklich großer Anlagen notwendig.

Wirtschaftlichkeit.

Außer dem Einbau von Kondensatoren gibt es noch andere Möglichkeiten, den Leistungsfaktor zu verbessern. Durch Verwendung kompensierter Motoren kann der Leistungsfaktor überhaupt in der Nähe von 1 gehalten werden. Kleine kompensierte Motoren für die Abnehmer stellen aber gegenüber den einfachen und betriebssicheren Asynchronmotoren mit Doppelnutläufer einen Rückschritt in der Entwicklung dar. Sie bedingen erhöhte Wartung und sind weniger betriebssicher. Sie konnten deshalb keine sehr weite Verbreitung finden und werden eigentlich nur dort verwendet, wo sie auf Grund ihres übrigen Verhaltens den normalen Asynchronmotoren überlegen sind. Bei den Großabnehmern oder Elektrizitätswerken können Synchron- oder entsprechend geschaltete Asynchronmaschinen den Ausgleich induktiver Blindströme übernehmen. Sie sind aber nur dann wirtschaftlich, wenn ihre Leistung gegenüber der Gesamtleistung groß ist. Zur Kompensation für viele, parallellaufende Kleinmotoren können sie nur bis zu einem gewissen Grade herangezogen werden, da

Annahmen: Kapitaldienst = 10 %

	Arbeitspreis:		Verluste:	
a	0,05 RM/kWh	1000	BkW-Maschine	4,5 %
b	0,03 „ „	1000	„ -Kondensator	0,5 %
c	0,05 „ „	5000	„ -Maschine	3,0 %
		5000	„ -Kondensator	0,5 %

Abb. 8. Wirtschaftlichkeit von Kondensatoren und umlaufenden Phasenschiebern.

5) H. Schulze, ETZ 56 (1933) S. 501. VDE-Fachberichte 1935, S. 21. ETZ 56 (1935) S. 790.

sie zu diesem Zweck übererregt werden müssen und die Erwärmung des Läufers dem eine natürliche Grenze zieht. Man hat deshalb solche Maschinen ganz allein als Phasenschieber betrieben. Eine vergleichende Berechnung zwischen der Wirtschaftlichkeit der Kondensatoren und umlaufenden Phasenschieber wird notwendig. In Abb. 8 ist das Ergebnis einer solchen Rechnung wiedergegeben[6]). Die Anschaffungskosten der Kondensatoren sind, zumal bei der größeren Leistung, beträchtlich höher als die der Maschinen. Trotzdem zeigt sich die wirtschaftliche Überlegenheit der Kondensatoren selbst bei dem kleinen Arbeitspreis von 2 Rpf/kWh, wenn die Kompensationsmittel nur länger als etwa 2000 h/Jahr im Betrieb sind. Meistenteils kann aber mit einer noch höheren Betriebsstundenzahl (etwa 3000) gerechnet werden. Dieses für die Kondensatoren so günstige Ergebnis liegt nur in ihren außerordentlich geringen Verlusten begründet. Bei der vorliegenden Rechnung wurde aber noch ein Punkt außer acht gelassen, nämlich die Erhöhung der Leistungsspitze, durch die Verluste der Kompensationsmittel, nach der die Leistungsgebühr bestimmt wird. Die Schaulinien der Abb. 9 berücksichtigen dies[7]). Die Rechnung wurde durchgeführt für Strombezug von einem Fern- und einem Nahkraftwerk. Das Fernkraftwerk berechne als Leistungsgebühr 60 RM je kW und Jahr, das Nahkraftwerk 40 RM/kW und Jahr.

Abb. 9. Jahreskosten für Kondensatoren und umlaufende Phasenschieber in Abhängigkeit von der Betriebsstundenzahl.

Die Arbeitspreise seien entsprechend 1,5 Rpf/kWh und 2 Rpf/kWh. Die Erhöhung der Leistungsgebühr durch die Maschinenverluste bewirkt, daß die Grenzbenutzungsdauer der Maschinen, d. h. die Betriebsstundenzahl im Jahr, bis zu der sie wirtschaftlicher oder ebenso wirtschaftlich arbeiten wie die Kondensatoren, bei Strombezug vom Fernkraftwerk wesentlich niedriger liegt als bei Netzspeisung vom Nahkraftwerk, obwohl der Arbeitspreis, also auch die Verlustkosten, bei Strombezug vom Nahkraftwerk höher sind. Aber auch in letzterem Falle sind die Kondensatoren beträchtlich wirtschaftlicher als die Maschinen, da die Betriebsstundenzahl für die Kompensationsmittel mit mehr als 2000 mit mindestens 3000 h im Jahr angesetzt werden kann.

Auf die Frage, auf welchen Leistungsfaktor am besten kompensiert wird, läßt sich keine allgemein gültige Antwort geben. Hier hat der Stromlieferungsvertrag entscheidenden Einfluß. Wird die Leistungsgebühr nach der kW- oder der kVA-Spitze berechnet? Welcher Leistungsfaktor wird als zulässig angesetzt? Wird er aus den insgesamt abgenommenen Wirk- oder Blind-kWh bestimmt oder bei der höchst aufgetretenen Belastungsspitze? Wird eine Vergütung gewährt? Wie hoch ist der Zuschlag für die zuviel entnommenen Blind-kWh? Hier muß von Fall zu Fall entschieden werden. Meist ist es allerdings so, daß ein Ausgleich über den Wert 0,95 des Leistungsfaktors hinaus unwirtschaftlich ist. Bei einer Verbesserung des Leistungsfaktors von 0,95 auf 1,0 benötigt man die gleiche Blindleistung wie bei einer Verbesserung von etwa 0,85 auf 0,95. Die Kompensationskosten sind in beiden Fällen gleich, der erzielte Gewinn ist sehr verschieden. Gewöhnlich machen sich die Kondensatoren in ¾ bis 1½ Jahren bezahlt, wenn die durch sie gemachten Ersparnisse voll zu ihrer Amortisation verwendet werden.

[6]) G. Schleicher, Werkst.-Techn. 28 (1934) S. 1.
[7]) Siehe Fußnote 5.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen geben aber noch nicht alle Vorteile der Kondensatoren wieder. Bei der Anschaffung von Maschinen muß der möglicherweise später noch anfallende Bedarf an Blindlast bereits berücksichtigt werden. Die Kondensatorenanlagen braucht man jeweils nur für den augenblicklichen Bedarf zu bemessen, da sie ohne technische und wirtschaftliche Nachteile beliebig erweiterungsfähig sind. Sie benötigen keine besonderen Fundamente wie die Maschinen und können an die vorhandenen Räumlichkeiten weitgehend angepaßt werden. Aufstellung im Freien ist ohne weiteres möglich. Vor unmittelbarer Sonnenbestrahlung müssen die Kondensatoren jedoch geschützt werden, da sie sonst unzulässig hoch erwärmt werden. Sie müssen also entweder ein Sonnendach oder eine besondere Ummantelung erhalten (Abb. 10). Da sie in bezug auf Wartung und Bedienung anspruchslos sind, können sie auch in unbedienten Stationen verwendet werden. Die Maschinen haben den Vorteil der stufenlosen Regelung. Aber gerade bei Blindstromausgleich kann man hierauf am ersten verzichten. Eine selbsttätige Regelung der eingesetzten Kondensatorenleistung in Abhängigkeit von der Blindbelastung, dem Leistungsfaktor oder der Betriebszeit ist leicht durchführbar[8]).

Abb. 10. Starkstromkondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung, Freiluftausführung links: 200 kVA, 10 kV, 50 Hz, rechts: 225 kVA, 15 kV, 50 Hz.

Zusammenfassung.

Kondensatoren sind in den meisten Fällen das billigste und vorteilhafteste Mittel zur Leistungsfaktorverbesserung. Bei Aufstellung der Kondensatoren bei den Verbrauchern induktiven Blindstromes werden die Zuleitungen entlastet; hierdurch können häufig Kosten für eine Erweiterung der Anlagen gespart werden. Bei richtiger Planung der Kondensatorenanlagen und zweckentsprechendem Einsetzen treten auch keine unerwünschten Rückwirkungen auf das Netz ein, im Gegenteil, die Spannungskurven können mitunter verbessert werden. Den mannigfachen Vorteilen stehen praktisch keine Nachteile gegenüber.

Schrifttum.

1. Nissel, H.: Blindstromkompensation bei Großabnehmern, ETZ 49 (1928) S. 389.

2. Nissel, H.: Der Einfluß des cos φ auf die Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke, Berlin: J. Springer 1928.

3. Hürbin, M.: Statische Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors und ihrer Rückwirkungen auf das Netz, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 20 (1929) S. 652.

4. Imhof, A.: Statische Kondensatoren als Phasenschieberkompensatoren, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 21 (1930) S. 653.

5. Schäfer, F. A.: Niederspannungskondensatoren mit geschichteter Papierisolation, Arch. Elektrotechn. 23 (1930) S. 351.

6. Cypra, H.: Elektrische Einrichtungen zur Herabsetzung der Stromkosten in Industriebetrieben durch Blindstromkompensation, AEG.-Mitt. (1930) S. 443.

7. Rolland: Die Entlastung der Stromerzeugungsanlagen industrieller Anlagen von Blindstrom und Wirtschaftlichkeit der angewandten Entlastungsmittel, Z. Bay. Revisionsver. 34 (1930) S. 285.

[8]) ETZ 55 (1934) S. 275.

8. Tama, M.: Die Verwendung von Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors unter besonderer Berücksichtigung praktischer Erfahrungen, ETZ 51 (1930) S. 1227.

9. Jacobsson, F.: Leistungsfaktorverbesserung mittels Kondensatoren, ETZ 52 (1931) S. 1517.

10. Schunk, B.: Der Kondensator im Rahmen der Blindleistungserzeugung, Siemens-Z. 11 (1931) S. 10.

11. Power Factor Improvement, AEG Progreß 1931.

12. Hueter, E.: Über Oberwellen in Hochspannungsnetzen, Elektrizitätswirtschaft 1931.

13. Happoldt: Starkstromkondensatoren, VDE-Fachberichte 1931, S. 158.

14. Stehelin, J.: Der Großkondensator zu Phasenverschiebungszwecken und seine Anwendung in Hochspannungsnetzen, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 509.

15. Schwarz, St.: Wirtschaftlichkeit von Phasenschieber-Kompensationsanlagen, Elektrotechn. u. Maschinenb. 50 (1932) S. 151.

16. Baudisch u. Kann: Der Kondensator in industriellen Anlagen und Verteilungsnetzen, Siemens-Z. 12 (1932) S. 357.

17. Unger, E.: Blindstromkompensierung in Leitungsnetzen, ETZ 54 (1933) S. 672.

18. Hueter, E.: Transformatoren als Oberwellenerzeuger, ETZ 54 (1933) S. 747.

19. Bornitz, E.: Wirtschaftliche Gesichtspunkte der Blindstromkompensation, Helios, Lpz. 1933.

20. Anschütz: Selbsttätig geregelte Kondensatorenanlagen, AEG-Mitt. (1933) S. 163.

21. Bauer: Der Kondensator in der Starkstromtechnik, Berlin: J. Springer 1934.

22. Werdenberg, W.: Betriebserfahrungen mit statischen Kondensatoren, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 10.

23. Imhof, A.: Statische Starkstromkondensatoren, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 463.

24. Guthmann, R.: Eigenschaften dünner, ölgetränkter Papiere, ETZ 55 (1934) S. 364.

25. Gönningen, H.: Der Papierkondensator, besonders für Starkstrom, ETZ 55 (1934) S. 1021.

26. Power-Factor Correction on a Benefit-to-all Basis, Electr. Wld., N.Y., 103 (1934) S. 375, 942.

27. Schleicher, G.: Blindstromherabsetzung und Stromkostensenkung, Werkstatttechn. 28 (1934) S. 1.

28. Schulze, H.: Eine Phasenschieber-Kondensatorenanlage für 5000 BkW bei der Kraftwerk Sachsen-Thüringen A.-G., ETZ 56 (1935) S. 501.

29. Schulze, H.: Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieberkondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen, VDE-Fachberichte 1935, S. 21.

30. Grünewald, H.: Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieberkondensatoren großer Leistung nach Versuchen, VDE-Fachberichte 1935, S. 25.

31. Hafner, H.: Der durch Kondensatoren selbst-erregte Drehstrom-Asynchrongenerator, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 89.

32. Nauk, G: Über den physikalischen Aufbau von Kondensatoren, ETZ 56 (1935) S. 371.

33. Nauk, G: Beziehungen zwischen der Temperaturabhängigkeit der Verluste und der Durchschlagfestigkeit bei Papierkondensatoren, ETZ 56 (1935) S. 539.

Stabilitätseigenschaften von Wechselstromgeneratoren und Großkraftübertragungen.

621. 313. 322. 018. 6 : 621. 311. 1

Um einen stabilen Betrieb elektrischer Großkraftübertragungen zu gewährleisten, sind einerseits an die Generatoren und ihre Regelung bestimmte Forderungen zu stellen und anderseits Leistungsgrenzen für die Übertragung zu beachten, die sich aus den Leitungsdaten, Bau und Eigenschaften der Maschinen und den auftreten Belastungsarten ergeben. Die gesamten Fragen werden von W. D. Horsley unter eingehender Schrifttumsangabe im einzelnen behandelt[1]). Erste Voraussetzung ist die Stabilität der Erregermaschinen sowohl hinsichtlich einer eindeutigen Spannungseinstellung bis herab auf kleinere Werte, die durch geeignete Krümmung der Kennlinie erreicht wird, als auch hinsichtlich einer richtigen Polarität nach starken Lastströmen, zu deren Gewährleistung sich eine Kompoundwicklung als zweckmäßig erwiesen hat. Für die Fälle, in denen bei einsetzenden Störungen Stoßerregung mit dem Zwei- bis Dreifachen der normalen Erregerspannung gefordert wird, ist es zweckmäßig, an Stelle der selbst erregten Erregermaschine getrennte Erregung zu wählen. Bei konstanter Erregung nimmt mit zunehmendem Belastungsstrom die vom Generator abgegebene Leistung zunächst zu, erreicht einen Höchstwert, um bei weiterem Anwachsen des Stromes wieder abzunehmen. Bis zur Erreichung des Höchstwertes läuft der Generator stabil, darüber hinaus fällt er außer Tritt. Die höchste Betriebsleistung eines Generators muß also kleiner als der stabile Leistungshöchstwert gewählt werden. Die Differenz dieser beiden Leistungen kann um so größer gehalten werden, je kleiner die Ständerstreuung gemacht, d. h. je größer der Generator bei gleicher Nennleistung ausgeführt wird, ein Mittel, das besonders in den neuen amerikanischen Großkraftwerken weitgehend gebraucht wurde. Der stabile Leistungshöchstwert ist stark von der Höhe der Betriebsspannung und vom Leistungsfaktor der Belastung abhängig. Liegt die Betriebsspannung unter der Nennspannung und tritt ein voreilender Leistungsfaktor auf, so wird der stabile Leistungshöchstwert wesentlich herabgesetzt, während Spannungen über der Nennspannung und ein nacheilender $\cos\varphi$ der Belastung die Stabilitätsverhältnisse bessern. Arbeitet der Generator mit anderen parallel auf ein System konstanter Spannung, so ergeben sich abhängig vom $\cos\varphi$ der Belastung, Leistungskurven, die ebenfalls einen Höchstwert zeigen, der um so höher liegt, je größer die Erregung des Generators ist. Auch in diesem Falle wird der stabile Leistungshöchstwert bei voreilendem $\cos\varphi$ sehr stark verkleinert. Die Stabilität wird besser, wenn das Kurzschlußverhältnis der Generatoren niedriger gewählt wird. Bei einem Übertragungssystem: Synchrongenerator—Leitung—Synchronmotor ist bei langsam steigender Last die Stabilitätsgrenze erreicht, wenn der Spreizwinkel zwischen den inneren Spannungsvektoren der Maschinen 90° beträgt. Plötzliche Lastschwankungen, vor allem bei Auslösung von Schaltern, Kurzschlüssen usw., haben ein Pendeln der Maschinen zur Folge. Damit bei auftretenden Schwingungen der Stabilitätswinkel nicht überschritten wird und ein Außertrittfallen der Maschinen eintritt, muß für die höchste Übertragungsleistung der Winkel zwischen den Maschinenvektoren kleiner als 90° gehalten werden. Nähere Angaben über die Größe des zulässigen Winkels werden vom Verfasser leider nicht gemacht. Die Stabilität kann weiter verbessert werden, wenn es gelingt, die Maschinenerregung so schnell zu steigern, daß bei plötzlichen Lastschwankungen der Winkel von 90° nicht erreicht wird. Berechnungen haben ergeben, daß bei einem normalen Turbogenerator mit einer Erregung von 250 V eine Steigerung der Erregung in Störungsfällen um 300 V/s ausreicht, wenn die Stoßerregung augenblicklich einsetzt. Für Wasserkraftgeneratoren muß eine noch schnellere Steigerung der Erregung gefordert werden. Auf die Wichtigkeit einer schnellen Abschaltung von Fehlern wird hingewiesen, allerdings ohne Angabe, welche Zeiten hierfür zu fordern sind. An den Aufsatz des Verfassers schließt sich eine sehr umfangreiche Aussprache an, in der noch einige interessante Einzelheiten behandelt sind.

v. M.

[1]) W. D. Horsley, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 577 u. 621.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Unterausschuß „Antennen" hat die ab 1. Oktober 1925 gültige Fassung von VDE 0855 „Vorschriften für Außenantennen" einer Neubearbeitung unterzogen, in der auch die nach Inkrafttreten der bisherigen Vorschriften eingeführten Antennen mit abgeschirmter Zuführung und Stabantennen Berücksichtigung gefunden haben.

Von einer Neubearbeitung des zu der Fassung vom 1. Oktober 1925 gehörenden Ausführungs-Merkblattes wurde abgesehen, da die in der Zwischenzeit gesammelten Erfahrungen in dem Bau von Antennenanlagen ein derartiges besonderes Ausführungs-Merkblatt entbehrlich machen.

Nachstehend wird Entwurf 1 zu

VDE 0855/19.. „Vorschriften für Antennenanlagen"

bekanntgegeben.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 30. April 1936 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Entwurf 1.

VDE 0855/19...

Vorschriften für Antennenanlagen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1937 in Kraft[1]).

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im . . . .
Veröffentlicht: ETZ 57 (1936) S. 213.

Geltungsbereich.

b) Diese Vorschriften gelten für alle Sende- und Empfangsantennen, bei denen Gefährdungen von Leben und Sachwerten infolge von bautechnischen Unzulänglichkeiten oder infolge von Überspannungen auftreten können.

„Bautechnische Unzulänglichkeiten" sind z. B. Gestängeumbruch, Leitungsbruch und unzweckmäßige Anbringung; „Überspannungen" sind Spannungserhöhungen irgendwelcher Art, z. B. durch atmosphärische Entladungen, Induktion usw.

c) Diese Vorschriften gelten nicht für Antennen, bei denen die unter b) genannten Gefährdungen nicht zu erwarten sind.

Hierunter fallen z. B. Innenantennen und Antennen an der Außenwand von Gebäuden, die geringe Ausdehnung haben und nicht über den durch überstehende Gebäudeteile gegebenen Umriß hinausragen.

d) Die Absätze in Kleindruck sind Erklärungen zu den Vorschriften, denen sie angefügt sind.

II. Begriffserklärungen.

§ 2.

a) Eine Antennenanlage besteht aus der Antenne mit Zuführung, den Stützpunkten mit Abspannungen, den Blitzschutz- und Erdungsanlagen.

b) Antennen sind Leitergebilde, die zum Aufnehmen oder Aussenden elektromagnetischer Wellen errichtet sind.

c) Außenantennen sind Antennen, deren Leiter ganz oder teilweise im Freien angeordnet sind.

d) Antennenzuführung ist die Verbindung zwischen Empfänger oder Sender einerseits und dem aufnehmenden oder ausstrahlenden Teil der Antenne anderseits.

Abgeschirmt heißt diese Verbindung, wenn sie gegen die Aufnahme oder Ausstrahlung durch besondere Maßnahmen geschützt ist.

e) Überspannungsschutzgerät ist eine Einrichtung, die das Auftreten gefährlicher Überspannungen bei nicht geerdeter Antenne verhindert.

f) Die Blitzschutzerdung besteht aus der Erdungsleitung vom Erdungsschalter zum Erder und dem Erder selbst. Sie hat die Aufgabe, Aufladungen in der Antenne zur Erde abzuleiten.

Der Blitzschutzdraht ist ein Leiter, der an isolierenden Antennenstützpunkten entlang geführt und mit dem Erder verbunden ist.

III. Bauvorschriften.

A. Allgemeines.

§ 3.

Antennenführung.

a) Antennen dürfen nicht über Gebäude mit weicher Bedachung (Stroh-, Rohr-, Reet-, Schindel-, Lehmschindel- u. dgl. Dächer) geführt werden.

b) Bei hart gedeckten Dächern muß die Antennenanlage so angeordnet sein, daß die Begehbarkeit des Daches, die Reinigung der Schornsteine und die Ausführung von Dacharbeiten durch die Antennenanlage nicht wesentlich beeinträchtigt werden.

Im allgemeinen genügt eine lichte Höhe von etwa 2 m zwischen den für eine Begehung in Frage kommenden Teilen des Daches und der Antennenanlage, sofern die Anlageteile nicht unmittelbar auf der Dachhaut geführt sind.

c) Öffentliche Plätze, Verkehrswege, elektrische Leitungen und Bahnkörper sowie der Luftraum über ihnen dürfen für die Antennenführung nur mit Genehmigung der zuständigen Stellen benutzt werden.

Bei Kreuzung elektrischer Bahnen ist das Einverständnis des Bahnunternehmers, bei Kreuzung von Starkstromleitungen das Einverständnis des Elektrizitätswerkes, bei Kreuzung öffentlicher Fernmelde-Freileitungen das Einverständnis der zuständigen Postdienststelle erforderlich.

d) Errichtung, Instandsetzungen und Abbau von Antennenanlagen nach c) dürfen nur durch anerkannte Fachleute erfolgen.

B. Mechanische Sicherheit.

§ 4.

a) Für Antennen und Antennenzuführungen sind alle Werkstoffe zulässig, deren mechanische Bruchfestigkeit und elektrische Leitfähigkeit ausreichen.

Die Werkstoffe sind nach DIN VDE 8310[2]) auszuwählen; andere gleichwertige Werkstoffe sind zulässig.

Für Antennenanlagen nach § 3 c) gelten außerdem die Bestimmungen in § 11 c), Ziffern 1 bis 3.

b) Als Abspannpunkte dürfen Schornsteine, turmartige Aufbauten, Hausgiebel und Fahnenstangen nur dann Verwendung finden, wenn diese Teile den zu erwartenden Beanspruchungen gewachsen sind.

c) Antennenstützpunkte mit ihren Abspannungen müssen in allen ihren Teilen eine bei der auftretenden Höchstbeanspruchung genügende Sicherheit und Wetterbeständigkeit aufweisen.

C. Elektrische Sicherheit.

§ 5.

Antennenstützpunkte.

a) Metallaufbauten auf Dächern, die als Antennenstützpunkte dienen, müssen geerdet, isolierende Dachständer über 3 m Höhe mit einem zu erdenden Blitzschutzdraht versehen werden. Die Befestigungspunkte von Abspannungen am Dach müssen ebenfalls geerdet werden.

Zu Dachaufbauten aus Metall gehören z. B.: Rohrständer, Gittermaste, Fahnenstangen und bereits vorhandene Metallteile, wie Türmchen, Spitzen, Firmenschilder usw. Für die Erdung der Antennenstützpunkte oder der Blitzschutzdrähte können Metallteile der Gebäude — auch Heizungs- und Wasserleitungsrohre — verwendet werden, wenn diese selbst geerdet sind.

Bei Verbindungen mit vorhandenen Blitzschutzanlagen ohne Zuhilfenahme von Bauteilen entsprechend den jeweils gültigen Dinormen müssen die Verbindungsstellen eine Berührungsfläche von mindestens 10 cm² haben.

b) Antennen mit einem Stützpunkt (Stabantennen) sind an ihrem Fußpunkt zu erden. Bei isolierenden Trägern ist ein Blitzschutzdraht oder ein mit ihm verbundener Metallteil nahe — mindestens auf 30 mm — an den aufnehmenden oder ausstrahlenden Teil der Antenne heranzuführen.

§ 6.

Antennenzuführung.

a) Antennenzuführungen außerhalb und innerhalb von Gebäuden müssen bis an den Erdungsschalter so geführt sein, daß von Starkstromleitungen ein Mindestabstand von 10 cm gewahrt bleibt.

b) Die Unterbringung von Antennenzuführungen in senkrecht verlaufenden Schornsteinen oder Luftschächten ist wegen der erhöhten Blitzgefahr nur in Ausnahmefällen zulässig. Hierbei sind die Bestimmungen in § 7 c) und § 8 d) anzuwenden.

§ 7.

Überspannungsschutzgeräte.

a) Außenantennen müssen durch ein mit dem Erder verbundenes Überspannungsschutzgerät für höchstens 350 V Ansprechspannung, das außerhalb oder innerhalb des Gebäudes nahe der Einführung anzubringen ist, gesichert sein. Das Überspannungsschutzgerät muß von leicht entzündbaren Stoffen so weit entfernt sein, daß eine Brandgefahr nicht zu befürchten ist.

Ein Überspannungsschutzgerät ist auch dann anzubringen, wenn Transformatoren, Kondensatoren oder dgl. vor der Einführung in das Gebäude in der Antenne oder in ihrer Zuführung angeordnet sind.

[2]) In Vorbereitung.

Bei Außenantennen, die zur Versorgung mehrerer Empfangsstellen dienen (z. B. Gemeinschaftsantennen), ist das vorgeschriebene Überspannungsschutzgerät an der ersten Einführungsstelle anzubringen.

b) Bei abgeschirmten Zuführungen muß auch die Abschirmung, sofern sie nicht mit der Blitzschutzerde dauernd verbunden ist, mit einem Überspannungsschutzgerät versehen werden.

c) Werden Antennenzuführungen ausnahmsweise in Schornsteinen oder Luftschächten angeordnet, so ist das Überspannungsschutzgerät an der unteren Austrittstelle anzubringen.

§ 8.

Erdungsschalter.

a) Außer dem Überspannungsschutzgerät nach § 7 muß in der Nähe der Einführung außerhalb oder innerhalb des Gebäudes stets ein Schalter leicht zugänglich angeordnet werden, durch den die Antenne mit der Blitzschutzerdung verbunden und gleichzeitig die Verbindung zwischen Antennenzuführung und Empfänger getrennt werden kann.

Der Zusammenbau von Überspannungsschutzgerät und Erdungsschalter ist zulässig.

b) Bei abgeschirmter Zuführung muß auch die Abschirmung durch einen Schalter geerdet und vom Empfänger getrennt werden können, sofern sie nicht dauernd mit der Blitzschutzerde verbunden ist.

c) Der Erdungsschalter muß folgenden Anforderungen genügen:

1. Die Schalterteile müssen so ausreichend bemessen sein, daß sie den mechanischen Beanspruchungen bei häufiger Betätigung gewachsen sind.
2. Sichergestellt sein muß, daß das bewegliche Schaltstück die vorgesehene Kontaktstelle zuverlässig erreicht und beibehält.
3. Der Abstand zwischen den mit dem Empfänger verbundenen und den mit der Antenne verbundenen Kontaktteilen muß mindestens 30 mm betragen.
4. Der Schaltgriff muß gegen die mit der Antenne verbundenen Metallteile isoliert sein.
5. Der Anschluß für die Zuleitung der Blitzschutzerdung muß zur Aufnahme eines Drahtes von mindestens 3 mm Durchmesser bemessen sein.

d) Werden Antennenzuführungen ausnahmsweise in Schornsteinen oder Luftschächten angeordnet, so ist der Erdungsschalter an der unteren Austrittstelle anzubringen.

§ 9.

Blitzschutzerdung.

a) Die Zuleitung zur Blitzschutzerdung muß bei Ausführung in verzinktem Stahl einen Durchmesser von mindestens 3 mm oder bei Ausführung in Kupfer einen Nennquerschnitt von mindestens 6 mm² haben. Bei Verlegung im Freien sind Seile nicht zulässig; in Gebäuden sind verseilte Leiter — auch isoliert — zulässig.

Auch Wasserleitung oder geerdete Heizungsrohre gelten als ausreichende Blitzschutzerdung.

Die Verbindungsleitung zwischen Erdungsschalter und Erder ist möglichst kurz, geradlinig und senkrecht zu führen.

b) Erdungsleitungen, die in das Erdreich eingeführt werden, müssen bis 1,5 m über Erde einen Nennquerschnitt von mindestens 50 mm² Stahl oder von mindestens 25 mm² Kupfer erhalten. Bei der Auswahl des Werkstoffes sind chemische Einflüsse zu berücksichtigen.

c) Regenabfallrohre dürfen zur Blitzschutzerdung verwendet werden, wenn sie metallisch dauerhaft durchverbunden und gut geerdet sind.

d) Blitzableiteranlagen dürfen als Blitzschutzerdung mitverwendet werden.

Die Blitzschutzerdung darf nur in besonderen Fällen als Apparaterdung mitverwendet werden.

Unzweckmäßig ist, eine außen am Gebäude verlaufende Blitzschutzerdung als Apparaterdung in die Wohnung einzuführen. Die Apparaterdung soll nach Möglichkeit von einer solchen Blitzschutzerdung getrennt werden.

IV. Kreuzungen und Näherungen.

§ 10.

Kreuzungen und Näherungen von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber.

a) Kreuzungen von Starkstromleitungen und von Fahrleitungen elektrischer Bahnen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber sind verboten.

§ 11.

Kreuzungen und Näherungen von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV.

a) Kreuzungen von Starkstromleitungen und von Fahrleitungen elektrischer Bahnen mit Betriebsspannungen unter 1 kV sind auf solche Fälle zu beschränken, in denen eine andere Anordnung der Antenne nicht zumutbar ist. In diesen Fällen sind Antenne und Antennenzuführung als Gummiaderleitung mit wetterfest getränkter Beflechtung NGAW nach VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." auszuführen.

b) Das Gleiche gilt bei Näherungen, wenn eine metallene Berührung beim Reißen der Antenne praktisch möglich ist.

c) Bei Kreuzungen von Starkstromleitungen oder von Fahrleitungen elektrischer Bahnen mit Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde sind noch folgende Sicherheitsmaßnahmen anzuwenden:

1. Die Antenne muß eine Einleiterantenne aus mehrdrähtigen Kupfer- oder Bronzeleitern mit einem Durchmesser des Einzeldrahtes nicht unter 0,4 mm sein. Die auftretende Höchstzugspannung darf in der Antenne im ungünstigsten Belastungsfalle 10 kg/mm² nicht überschreiten. Die Antenne ist an den beiden Befestigungspunkten doppelt, zweckmäßig an in waagerechter Richtung angeordneten Querträgern, abzuspannen. Für die Abspannung ist der gleiche Baustoff und mindestens der gleiche Querschnitt wie für die Antenne selbst zu verwenden.
2. Die Isolatoren dürfen nur auf Druck beansprucht werden, um ein Herabfallen der Antenne bei Isolatorbruch zu verhüten.
3. Die Stützpunkte, Abspannungen, Seile und Streben müssen bei Höchstbeanspruchungen gegen Zug, Druck, Biegung und Knickung eine 6-fache Sicherheit aufweisen. Die größte Entfernung zwischen den Stützpunkten darf nicht mehr als etwa 60 m betragen.
4. Außer den in §§ 7 und 8 verlangten Schutzmaßnahmen ist ein Schutzkondensator von 10 nF für eine Betriebsspannung von 1 kV zwischen Erdungsschalter und Empfänger kurz hinter der Einführung anzuordnen.

d) Bei Näherungen an Starkstromleitungen mit Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde muß die Antennenanlage einschließlich der Abspanndrähte so angeordnet werden, daß — auch bei Drahtbruch — ein Übertritt der Fremdspannung unter allen Umständen ausgeschlossen ist. Der waagerechte Abstand darf keinesfalls weniger als 10 m betragen.

§ 12.

Kreuzungen und Näherungen von Fernmelde-Freileitungen.

a) Kreuzungen sind möglichst rechtwinklig, jedenfalls nicht unter einem kleineren Winkel als 60 °, und in einem Abstande von wenigstens 1 m auszuführen.

b) Parallelführung im Abstande von weniger als 5 m ist nicht zulässig.

c) Wenn bei Bruch der Antenne oder der Antennenzuführung eine Berührung mit der Fernmelde-Freileitung möglich ist, sind die Antenne und die Antennenzuführung als Gummiaderleitung mit wetterfest getränkter Beflechtung NGAW nach VDE 0250 auszuführen.

V. Überwachung.

§ 13.

a) Antennenanlagen sind in einem den vorstehenden Bestimmungen entsprechenden Zustande zu erhalten.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Gauversammlung

am Dienstag, dem 25. Februar 1936, 20 h, im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der T. H. zu Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Kassenprüfer.
3. Vortrag des Herrn Professor Dr. W. Friedrich, Direktor des Instituts für Strahlenforschung der Universität Berlin, über das Thema:
   „Die wissenschaftlichen Grundlagen der heutigen Elektromedizin".

Inhaltsangabe:

In dem Vortrag wird vor allem das umfangreiche Gebiet der elektromagnetischen Schwingungen von den höchsten Frequenzen der Röntgenstrahlen bis zu den niederen, in der Diathermie verwandten behandelt. Beginnend mit den Röntgenstrahlen werden die biologischen und physikalischen Grundlagen der Röntgendiagnostik und Therapie in großen Zügen besprochen. Weiterhin kommt die Verwendung des Lichts in dem ultravioletten sichtbaren und ultraroten Gebiet vor allem in therapeutischer Hinsicht zur Sprache. Der Schluß des Vortrags soll der sogenannten Ultra-Kurzwellentherapie und -diathermie gewidmet sein. Im Anschluß an den Vortrag werden einige Apparate gezeigt.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat. Die Mitglieder des VDE Gau Berlin-Brandenburg, der RTA-Vereine und des NSBDT werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich. Kleiderablage frei!

Nachsitzung im Restaurant „Zum Schultheiss am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Fachversammlung

am Donnerstag, dem 27. Februar 1936, 20 h, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

Fachgruppe: Elektrische Antriebe und Industrieanlagen.

Fachgruppenleiter: Dr.-Ing. habil. F. Oertel VDE, VDI.

1. Vorführung: Dr. phil. H. Sell:
   „Wirkungsweise und Anwendungen des Düsenbolometers".
2. Vortrag: Dr.-Ing. habil. F. Oertel:
   „Wege und Ziele der heutigen Elektro-Antriebstechnik".

Inhalt:

Bedeutung der elektrischen Antriebe im Rahmen des Starkstromgebietes.
Durchsetzung der hochwertigen Antriebsausrüstung als wirtschaftlichstes Produktionsmittel.
Bestlösung von Fabrikationsaufgaben mit Hilfe der Regelungs- und Schalttechnik.
Technologische Forschung durch elektrische Messung.
Schlußbemerkungen.

Eintritt und Kleiderablage frei!

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 4. März 1936, um 14 Uhr, findet eine Besichtigung des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem statt.

Treffpunkt: Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 86/87. Der Versammlungsraum ist beim Pförtner zu erfragen.

Die Zahl der Besucher ist auf 20 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II, kostenlos erhältlich sind.

Unbedingte Pünktlichkeit ist geboten. Späterer Einlaß nicht möglich.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten), statt.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstr. 30, Fernr.: C 1 0011, App. 128

21. 2. 36 „Hochspannungsicherungen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Lohausen)

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Kaiser, Berlin-Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernr.: F 2 3141

24. 2. 36 „Einfluß der Verseilung auf die elektrischen Eigenschaften der Kabel" (Vortragender: Dr. Denk VDE)

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Wagner, Berlin-Charlottenburg, Horstweg 4, Fernr.: C 4 0011, App. 3013

25. 2. 36 „Diskussionsabend"

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. Hauffe, Berlin-Friedenau, Cäcilliengärten 4, Fernr.: D 9 2101

26. 2. 36 „Gittergesteuerte Gasentladungen", IV. Teil (Vortragender: Dr. Glaser)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernr.: D 1 0014

27. 2. 36 „Die gegenseitige Induktion von Erdschleifen vom energetischen Standpunkt" (Vortragender: Dr. Buchholz)

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. Göschel, Berlin W 15, Bleibtreustr. 32, Fernr.: C 4 0011, App. 2631

28. 2. 36 „Bemessung neuzeitlicher Niederspannungs-Schaltgeräte auf Grund der Kurzschlußverhältnisse in Industrienetzen" (Vortragender: Dr. Denk VDE)

Schulungsveranstaltungen des NSBDT.

Kreis IV.

24. 2. 1936: Stützpunktgruppenversammlung Moabit, 20 h 15 m, Restaurant Zum Patzenhofer, Moabit, Stromstraße Ecke Turmstraße.

Kreis VI.

27. 2. 1936: 20 h 15 m, Restaurant Seebad, Reinickendorf-Ost, Residenzstraße 43.

Kreis IX.

28. 2. 1936: 20 h 15 m, Kern's Festsäle, Rummelsburg, Türrschmidtstraße 45.

VDE Gau Berlin-Brandenburg.
Vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Halle. 22. 2. (Sa), 20 h, Hotel „Stadt Hamburg": Gesellschaftsabend.

Gau Nordhessen, Kassel. 28. 2. (Fr), 20 h, Hess. Landesmuseum: „Die Herstellung von Porzellan im allgemeinen und Betrachtungen über Hochspannungsporzellan" (m. Lichtb.). Dir. Eisenhauer.

Gau Nordsachsen, Leipzig. 22. 2. (Sa), 20 h, Kaufmännisches Vereinshaus, Schulstr. 5: „Bunter Abend". Eingeführte Gäste willkommen.

Gau Ostsachsen, Dresden. 27. 2. (Do), 19 h 45 m, Elektrot. Inst.: „Neue Anschauungen über Kontakte" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Schmitz VDE.

Gau Südsachsen, gemeinsam mit ADB Gruppe Starkstromtechnik, Chemnitz. 20. 2. (Do), 20 h, Akademie für Technik: „Die Verwendung von Öl in Schaltanlagen und Schaltern". Dipl.-Ing. E. König VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Herr Dir. Reg.-Baumeister a. D. W. Hillebrandt VDE steht am 1. 3. 1936 25 Jahre im Dienste der Siemens-Schuckertwerke. Nachdem er 1908 sein Studium an der T. H. Charlottenburg abgeschlossen und 1911 auf Grund seiner Tätigkeit bei der Reichsbahn das Regierungsbaumeister-Examen abgelegt hatte, trat er zu den Siemens-Schuckertwerken über. Nach kurzer Tätigkeit in der Bahnabteilung arbeitete er in der Abteilung Industrie, und zwar besonders auf dem Gebiet des Wasserstraßen- und Schleusenbaues. Im Jahre 1917 wurde er in das Kabelwerk berufen und leitet seit dem Jahre 1925 den Gesamtvertrieb der Starkstromerzeugnisse dieses Werkes. — Auf Grund seiner in der Praxis erworbenen Erfahrungen wurde Herr Dir. Hillebrandt in verschiedene technische Ausschüsse berufen; z. Z. ist er stellvertretender Vorsitzender des VDE-Ausschusses für Drähte und Kabel.

W. Hillebrandt.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. Zwei Metallographische Ferienkurse von Prof. Dr.-Ing. Hanemann im Institut für Metallkunde der T. H. Berlin, Franklinstr. 29.

I. Systematischer Kursus (10 Tage); 4. 3. (Mi) bis 14. 3. (Sa), täglich 9 h bis 11 h Vortrag, 11 h 15 m bis 15 h 30 m Übungen. Teilnehmerkarten 175 RM.

II. Die neuesten Fortschritte der Metallkunde (6 Tage); 16. 3. (Mo) bis 21. 3. (Sa), täglich 9 h bis 11 h Vortrag, 11 h 15 m bis 15 h 30 m Übungen. Teilnehmerkarten 100 RM.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 48. Wer ist der Hersteller des „Trianon"-Staubsaugers?

Frage 49. Wer liefert elektrisch betriebene Klein-Heißmangeln zum schnellen Trocknen von Wäsche?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 14. Februar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 27. Februar 1936 | Heft 9

Zur Leipziger Messe.

Die diesjährige Leipziger technische Messe, die vierte im Zeichen des deutschen Arbeitsfriedens und friedlichen Aufbauwillens, ist wie ihre Vorgängerinnen das Schaufenster Deutschlands, in dem die Käufer von nah und fern Erzeugnisse erster Wertigkeit ausgestellt finden. Zäher Fleiß hat überragende Leistungen zuwege gebracht, oft im bitteren Kampf mit den hemmenden Einschränkungen, unter denen die gesamte Welt noch leidet.

Die Leipziger Messe hat sich seit Jahrhunderten als wirtschaftliches Bindeglied zwischen den Völkern nicht nur Europas, sondern schließlich der ganzen Welt erwiesen. Auch unter den heutigen, durch verschiedene notwendig gewordene Einschränkungen erschwerten Handelsbedingungen ist die Bedeutung der Leipziger Messe keineswegs gesunken, sondern ist im Gegenteil beträchtlich gewachsen. Wenn sich der Handelsverkehr heute, durch die Umstände bedingt, zum Teil wieder des Tauschverkehrs in seiner ursprünglichen Form bedient, so ist das sicher als eine vorübergehende Erscheinung zu werten.

Mit Rücksicht darauf wäre es verfehlt, der Leipziger Messe nicht mehr die Beachtung zu schenken, die ihr früher zuteil geworden ist, denn man würde dadurch für die Zukunft eine wertvolle Gelegenheit verkümmern lassen, Handelsbeziehungen zu befestigen und zu erneuern. Außer dieser Aufgabe der Messe für die Zukunft, Verbindungen nicht abreißen zu lassen, hat die Messe für die Gegenwart gleichgroße Bedeutung, denn auch im Tauschverkehr ist es notwendig, daß der Auslandskunde sich von der Güte der Ware überzeugen kann, die er kaufen oder eintauschen will. Er muß das Gefühl haben und behalten, daß die deutsche Industrie ihm jederzeit bei hoher Preiswürdigkeit das Beste bietet, was er überhaupt erhalten kann. Gewinnt er diese Auffassung — und alle die Mühe und die Anstrengungen, die die deutschen Ingenieure und Werkleute auf sich genommen haben, um den Messebesuchern Mustergültiges zu unterbreiten, rechtfertigen eine solche Hoffnung —, so wird nicht nur das Tauschgeschäft belebt, sondern auch die freie Ausfuhr gefördert, sei es schon im Augenblick, sei es für die Zukunft.

Im vergangenen Jahre widmeten wir den ersten Teil des zweiten Messeheftes den Preßstoffen, wohl erkennend, daß diese Werkstoffe ihre Bedeutung nicht nur für das Inland, sondern in gleichem Maße für den ausländischen Käufer haben. Die Entwicklung hat gezeigt, daß sie für den Aufbau der elektrotechnischen Geräte für Wirtschaft und Haushalt vielfach unersetzlich geworden sind.

Dieses Jahr möchten wir in dem im Anschluß an das vorliegende Heft erscheinenden zweiten Messeheft auf einen treuen Helfer in Werkstatt, Werkhof und Nahverkehr hinweisen. Dem Akkumulatorenfahrzeug, sei es in der Gestalt des Elektrokarrens, des Elektroschleppers oder des Elektromobils, gebührt wegen seiner Unempfindlichkeit im Betrieb, seiner Anspruchslosigkeit in bezug auf die Wartung und seiner guten Fahreigenschaften im Kurzstreckenverkehr, bei völliger Gefahrlosigkeit für Gesundheit und Leben auch bei Verwendung in geschlossenen Räumen, eine viel weitergehende Verbreitung, als wir sie bis jetzt feststellen können. Hier mitzuhelfen soll die Aufgabe eines Teils unseres zweiten Messeheftes sein.

Hochfrequenzeisenkerne für die Spulen von Rundfunkempfängern.

Von Dipl.-Ing. H. C. Riepka VDE, Berlin.

621. 318. 38 : 621. 396. 662. 029. 5

Überraschend ist die Tatsache, daß trotz der schon in alten Aufsätzen angedeuteten Vorzüge der Eisenkerne für Hochfrequenzkreise derartige Kerne erst sehr spät in der Entwicklung der Funktechnik zur Anwendung kommen, und daß sogar heute noch keine einheitlichen Konstruktionsrichtlinien in den verschiedenen Industrieländern, wie etwa bei der Verwendung von Mehrgitterröhren, neuer Schwundausgleichschaltungen oder Abstimmzeigern aufgezeigt werden können. So läßt sich bei Rundfunkgeräten die Verwendung von Eisenkernen in Deutschland seit 1932/33 nachweisen, in Amerika tauchen erst 1934 die ersten Geräte mit diesem Einbauteil auf, in Frankreich erlebt die Industrie 1935 zum Teil sogar wegen unzweckmäßiger Konstruktionen einen gewissen ersten Rückschlag durch den Einbau von Eisenkernspulen, und in England beginnt man erst für dieses Jahr mit den Entwicklungsarbeiten an eisengefüllten Spulen, scheint aber sein Hauptaugenmerk auf deren Anwendung für die unmittelbare Abstimmung, also zum Ersatz der Drehkondensatoren, zu richten. Dieser merkwürdige Entwicklungsgang läßt eine Untersuchung über Eisenkerne in Hochfrequenzspulen interessant erscheinen.

Die Verwendung von Eisen in Induktionsspulen ist dann vorteilhaft, wenn auf Grund der durch das Eisen erhöhten Kraftliniendichte an Wicklungsbaustoff (Kupfer), Raum, Gewicht und Energieverlusten gespart werden kann. Da man von der Starkstromtechnik her an eine Abwägung von Eisen- und Kupferverlusten gewöhnt ist, die Hysteresisverluste aber erfahrungsgemäß im Hochfrequenzgebiet wegen der starken Scherung der Hysteresisschleife vernachlässigt werden können, richteten sich die Hauptbemühungen auf die Herabsetzung der Wirbelstromverluste im Eisen durch die bekannte Unterteilung in Bleche, Drähte oder sogar Körnchen. Aufbauend auf die alten Untersuchungen von Warburg, Weihe, Steinmetz und Wien finden wir auf Hochfrequenzspulen zugeschnittene Arbeiten von Latour[1]), Nusbaum[2]) und Betz[3]), die zum Ergebnis haben, daß die Wirbelstromverluste im Eisen bei Erhöhung der Ummagnetisierungsfrequenz mit dem Quadrat der Frequenz und der ferromagnetischen Schichtdicke, einfach proportional mit der Permeabilität und mit der Leitfähigkeit des Eisens steigen. Da nach diesen Formeln die Eisenverluste im mittleren Rundfunkwellenbereich (200 bis 600 m) bei Eisenschichtstärken von einigen Tausendsteln Millimeter durchaus erträglich werden, die dritte Ursache für Eisenverluste, die magnetische Nachwirkung, bei den üblichen Eisensorten und Wellenbereichen nicht merklich ist, war es naheliegend, dünne Eisenbleche oder -drähte, wie einige Versuche bei ausgeführten Hochfrequenzmaschinen und Zwischenfrequenztransformatoren zeigen, als Hochfrequenzkerne zu verwenden; aber erst in den Jahren 1925/27 findet man erneut im Schrifttum theoretische Hinweise, Eisen masse kerne, wie sie bei Pupinspulen verwendet werden, für Hochfrequenzkreise zu benutzen, trotzdem Heaviside schon 1887 erstmalig darauf hingewiesen hatte, daß Eisenpulverkerne grundsätzlich für alle höheren Frequenzen vorteilhaft sein müßten.

Für die Güteeigenschaften elektrischer Kreise und ihrer Baustoffe sind in der Rundfunktechnik die verschiedensten Formelausdrücke gewählt worden, so daß zweckmäßigerweise hier zur Vereinfachung der Vergleiche eine Tafel dieser Bezeichnungen und ihres formelmäßigen Zusammenhanges und außerdem ein Nomogramm (Abb. 1), das die üblichsten Bezeichnungen miteinander verbindet, gegeben werden:

Verlustmaß $T = \frac{L}{R}$

Resonanzschärfe $\varrho = Q = \omega \frac{L}{R} = \omega T = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta}$

log. Dämpfungsdekrement $\vartheta = \frac{\pi R}{\omega L} = \frac{\pi}{\varrho} = \frac{\pi}{\omega T}$

Verlustwinkel oder Dämpfung $\operatorname{tg} \delta = D = \frac{R}{\omega L}$

Halbwerts- oder Bandbreite $b = f_2 - f_1 = \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \frac{R}{L}$

Resonanzwiderstand $\mathfrak{R} = \frac{L}{C R}$.

Abb. 1. Nomogramm der Dämpfungswerte.

In diesen Formeln ist L die Induktivität in Henry, R der Verlustwiderstand in Ohm, C die Kapazität in Farad und ω die Kreisfrequenz (b in kHz).

Die Verluste in den Rundfunkempfängerkreisen verteilen sich sowohl auf die Induktivitäten als auch auf die Kapazitäten und die sonstigen Schaltteile des Empfängers. Im allgemeinen sind alle diese Verluste in dem Sinne frequenzabhängig, daß sie mit Erhöhung der Frequenz stark ansteigen, und zwar im Rundfunkwellenbereich etwas stärker als proportional, im Kurzwellenbereich mit der 2. bis 3. Potenz[4]).

Vergleichen wir nun die Verluste der einzelnen Schaltteile nach ihrer absoluten Größe, so ergibt sich auch auf diesem Wege das oben schon gestreifte Ergebnis, daß gegenüber der Entwicklung der anderen Schaltteile des Empfängers die Spulentechnik vor Einführung der Hochfrequenz-Eisenkerne als zurückgeblieben zu bezeichnen war. So liegt der Verlustwinkel $\operatorname{tg} \delta$ bei einer mittleren Rundfunkfrequenz von 1000 kHz in der Größenordnung folgender Werte:

[1]) Latour, Proc. Inst. Radio Engr. 8 (1919) S. 61.
[2]) Nusbaum, Proc. Inst. Radio Engr. 8 (1919) S. 75.
[3]) Betz, Hochfrequenztechn. 26 (1925) S. 29.
[4]) Benz, Hochfrequenztechn. 36 (1930) S. 41.

Handelsüblicher Drehkondensator mit Hartpapierisolation	$50 \cdot 10^{-4}$
der gleiche mit keramischer Isolation	$10 \cdot 10^{-4}$
gute keramische Festkondensatoren	5 bis $10 \cdot 10^{-4}$
Frequenta*)/Calit**)	$5 \cdot 10^{-4}$
Diacond*)/Tempa S**)	$1 \cdot 10^{-4}$
dagegen:	
Normalluftspule 1933/34	$200 \cdot 10^{-4}$
beste Luftspule handlicher Größe	$100 \cdot 10^{-4}$
Wellenmesserspule 1934	$30 \cdot 10^{-4}$
und erst 1934/35:	
beste amerikanische Hochfrequenz-Eisenspule	$50 \cdot 10^{-4}$
beste deutsche Hochfrequenz-Eisenspule	$25 \cdot 10^{-4}$

*) Steatit-Magnesia AG. Berlin.
**) Hermsdorf-Schomburg Isolatoren G. m. b. H., Hermsdorf i. Thür.

Die wegen der Wirbelstromverluste notwendige Feinverteilung des Eisens auf einzelne Eisenkörnchen von einigen Tausendstel Millimeter Durchmesser (Abb. 2) bringt die unangenehme Begleiterscheinung mit sich, daß durch diese Feinunterteilung die Permeabilität stark gesenkt wird. Nach Berechnungen von Doebke[5]), Howe[6]) u. a. sinkt die wirksame Permeabilität eines Massekerns, der zu 90 Raumprozent mit feinen Eisenteilchen von der praktisch nicht erreichbaren Permeabilität $\mu = \infty$ erfüllt ist, auf die Ziffer 28 herab (Abb. 3). Schon diese einfache Überlegung zeigt, daß diese Unterteilung in Form kleinster Würfel, Oktaeder oder Kügelchen (Carbonyleisen) nicht der geeignetste Weg ist; da diese Unterteilung in Richtung des magnetischen Flusses nicht notwendig ist, würden feinste Eisendrähte, in dieser Richtung gewickelt, bessere Ergebnisse versprechen; jedoch lassen sich bisher Eisendrähte mit einem Durchmesser von höchstens einigen Tausendstel Millimeter nicht wirtschaftlich herstellen und isolieren. Man ist daher jetzt noch darauf angewiesen, feinsten Eisenstaub in blanker oder isolierter Form mit geeigneten Bindemitteln zu verarbeiten, wie es bei den Werkstoffen Draloperm[7]) und Sirufer[8]) der Fall ist.

Abb. 2. Mikrophoto eines Kernschliffes.

Abb. 3. Abhängigkeit der wirksamen Permeabilität vom Eisengehalt.

Als Eisenpulver kommt reduziertes Eisen oder Carbonyleisen in Frage, wobei chemisch möglichst reines Eisen bisher bevorzugt verwendet worden ist, da es von der Fabrikation für Heizzwecke her verhältnismäßig leicht zu erhalten war und Eisenlegierungen entweder der Zerkleinerung große Schwierigkeiten entgegensetzt oder bei dem Aufbereitungsverfahren ihre wesentlichen Eigenschaften, insbesondere die Anfangspermeabilität, im ungünstigen Sinne verändern. Wenn das Eisen nicht, wie beim Carbonyleisen, staubförmig gleich aus der Gasphase gewonnen wird, müssen die üblichen Trocken- oder Naßmahlverfahren mit anschließender Windsichtung benutzt werden.

Das Preßverfahren, das bei Draloperm und Sirufer 1 angewandt wird, hat den Vorzug, daß die Kerne bei richtiger Wahl der Bindemittel eine außerordentlich hohe mechanische Festigkeit, Temperatur- und Tropenbeständigkeit besitzen, fordert aber eine sehr hochgezüchtete Matrizentechnik, wenn schwierigere Kernformen gefordert werden. Das Spritzverfahren, wie es für Sirufer 4 angewandt wird, gestattet schwierigste Formen, ist aber in bezug auf die erreichbare Permeabilität und auf die mechanischen Eigenschaften dem anderen Verfahren unterlegen:

Herstellungsart	spezifisches Gewicht	Permeabilität beim Toroid
gepreßter Stoff	rd. 5	18
geschichteter Stoff	3,8	12
gespritzter Stoff	4	7

Durch die Wahl geeigneter Binde- oder Isoliermittel lassen sich auch die übrigen Eigenschaften der Mischungen für Massekerne auf sehr günstige Werte bringen. So ist beim gepreßten Draloperm die Schlagbiegefestigkeit mit 12 cmkg/cm² doppelt so hoch wie die guter keramischer Massen und in der gleichen Größenordnung wie die von Gußeisen; der spezifische Widerstand einer solchen Kernmasse beträgt bis zu einigen Tausend Ω/cm³, ist also millionenfach höher als der von reinem Eisen, wobei jedoch zu beachten ist, daß dieser Wert nicht ganz einwandfrei zu messen ist, insofern als es sich um einen inhomogenen Halbleiter handelt, der außerdem noch spannungsabhängig ist.

Auf Grund der erhöhten Selektivitätsanforderungen müssen sich auch sämtliche Einzelteile für Rundfunkempfänger durch größte Konstanz auszeichnen, da kleine Wertänderungen die scharfe Abstimmung eines hochwertigen Gerätes wertlos machen können. Es wird daher auch von den Eisenkernen absolute zeitliche und auch tropenmäßige Konstanz verlangt, wobei wegen der sehr konzentrierten Felder auch darauf zu achten ist, daß die Kerne räumlich ihre gegenseitige Lage und Abstimmung nicht verändern können. Für gute gepreßte Kernstoffe wird von den Lieferfirmen übereinstimmend ein Temperaturkoeffizient von unter —1‰ für 10 °C angegeben, wobei das Temperaturintervall die normalen Anforderungen an Einzelteile für Rundfunkgeräte weit überschreitet.

Abb. 4. Würfelspule.

a Gewinde-Abgleichkern
b Bakelite-Gewindebuchse
c Draloperm-Formkern
d Trolitulspulenkörper
e Einbauplatte
f Bakelite-Befestigungsschraube

Abb. 5. Zentralbefestigung der Garnrollen- (oder Topf-)Kerne.

Wie schon oben erwähnt, hat sich in der Technik noch keine Normalform für die Spulen mit Hochfrequenz-Eisenkernen herausgebildet, sondern es werden noch eine Unzahl der verschiedensten Ausführungsformen in der Praxis verwendet. Es scheint jedoch, daß man nach verschiedenen Versuchen mehr oder weniger zu einfachen Zylinder- und Rollenkernen zurückkehren wird, wie sie z. B. als Siemens- oder Dralowid-Garnrollen und auch als Draloperm-Würfelspule (Abb 4) geliefert werden.

Dieses Streben nach einfachen Formen ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß grundsätzlich

[5]) Doebke, Z. techn. Physik 11 (1930) S. 12.
[6]) Howe, Wirel. Eng. 10 (1933) S. 1.
[7]) Steatit-Magnesia AG., Berlin.
[8]) Siemens & Halske AG., Berlin.

jede Eisenkernspule mit größter Sorgfalt aufgebaut werden muß, um spätere Lageänderungen zu vermeiden; ein solcher Aufbau wird um so umständlicher und unzuverlässiger, je weniger einfach die Kernform ist. Recht gut hat sich bei einer sehr großen Anzahl verschiedener Empfängertypen die Draloperm-Zentralbefestigung bewährt (Abb. 5), da sie durch eine Zentralbuchse nicht nur die Befestigung der Kernspulenteile sichert, sondern auch noch die später zu besprechenden Abgleichvorrichtungen aufnimmt.

Abb. 6. Hochfrequenz-Eisenkerne im Größenvergleich mit hochwertiger Luftspule.

Im gleichen Zusammenhange muß auch das Kitt- oder Garnierproblem behandelt werden, da es häufig notwendig wird, aus Preis- oder Verformungsrücksichten Kernteile, ähnlich wie es in der keramischen Industrie geschieht, zusammenzugarnieren. Am besten haben sich hier Vulkanisierverfahren bewährt, da viele der üblichen Klebstoffkitte Feucht- und insbesondere Fallproben nicht überstehen.

Für die Massenanfertigung von Rundfunkgeräten ist natürlich die Toleranzfrage sehr wesentlich, um einen Austausch einzelner Spulen gegeneinander zu ermöglichen, den Gleichlauf zu sichern und um im allgemeinen jede Nacheinstellung möglichst zu vermeiden. Durch sehr genaue Überwachung der Massenerzeugung, der Dosierung und Einstellung der Pressen ist man beim Hartpreßverfahren in der Lage, folgende Preisstaffel einzuhalten:

Toleranz der Permeabilität	Preisaufschlag zum Grundpreis
± 5 bis 6 %	+ 0 %
± 3 %	+ 20 %
± 2 %	+ 30 %
± 1,5 %	+ 50 %

a   b

(G u. T = 90 cm³, L = 600 cm³ Raum)
o = ohne, m = mit } Abschirmung

G Garnrolle
T Topfspule
L Standardluftspule

Die Bedeutung von ϱ und ϑ siehe S. 218 dieses Aufsatzes.

Abb. 7. Gütevergleich: a) Mittelwelle, b) Langwelle.

Häufig wird es wirtschaftlicher sein, mit einfachen Spulmaschinen ohne jede Automatik zu arbeiten, billige Kerne ohne Toleranzeinengung zu verwenden und dann nachträglich im fertigen Gerät die Spule durch ihre Windungszahl oder noch besser durch magnetische Abgleichvorrichtungen einzustellen. Abgesehen von diesem Verwendungszweck erfüllen bei neuzeitlichen Konstruktionen die magnetischen Abgleichvorrichtungen auch noch die Aufgabe der Trimmer-Kondensatoren, deren zeitliche Inkonstanz das größte Sorgenkind des Rundfunkingenieurs ist. Verwendet man in einem solchen Falle einen festen Parallelkondensator und nimmt die Endjustierung durch den magnetischen Abgleich vor, so ist bei einigermaßen vernünftiger Konstruktion dieses Abgleiches die Einstellung völlig stabil. Von einem solchen Abgleich fordert man eine möglichst geradlinige Abhängigkeit der Induktionsänderung von der Einstelldrehung, zügigen Gang, spielfreie Bewegung und einen Abgleichbereich von 5 bis 10 %. Gute Konstruktionen geben noch größere Abgleichbereiche, jedoch darf hier nicht zu weit gegangen werden, da sonst die Einstellung zu unsicher wird und häufig auch die Spulengüte bei sehr großem Abgleichbereich ungünstig beeinflußt wird. Bevorzugt werden im Augenblick Abgleichvorrichtungen, bei denen eine Schraube aus Hochfrequenzeisen die Induktivitätsänderung ausführt.

Von besonderer Bedeutung für den Rundfunkingenieur ist natürlich die erreichbare Güte einer solchen Eisenkernspule. Wie schon aus der am Anfang angeführten Tafel hervorgeht, ermöglichen Eisenkernspulen eine wesentliche Heraufsetzung der Resonanzschärfe, in den meisten Fällen bei gleichzeitiger Verringerung des Raumes und des Gewichtes. Die in der Abb. 6 dargestellten winzigen Eisenkerne ergeben die gleiche elektrische Güte wie die hochwertige Sperrkreis-Luftspule der gleichen Abbildung. Selbstverständlich muß, abgesehen von der Herabsetzung der im ersten Teil dieser Arbeit genannten reinen Eisenverluste, wie Wirbelstromverlust, Hystereseverlust und Nachwirkungsverlust, auch der Kupferverlust und der dielektrische Verlust der Spule möglichst klein sein, insbesondere wenn höhere Frequenzen, beispielsweise am unteren Ende des Mittelwellenbandes, empfangen werden. Sehr wesentlich ist der Einfluß der verwendeten Litze, da eine Litze mit geringer Oberfläche große Hautwirkungsverluste, Litze mit zu großem Kupferquerschnitt Querfeldverluste zeigt. Sehr gut bewährt hat sich eine mit paramagnetischer Legierung überzogene Hochfrequenzlitze (DRGM 1 308 725). In der gleichen Richtung bewegt sich auch die Forderung nach der Verwendung dielektrisch einwandfreier Isolierstoffe sowohl für die Spulen als auch für den Träger der Klemmenanschlüsse und sonstigen Befestigungsachsen. So konnte beispielsweise die Resonanzschärfe bei dem Ersatz eines Klemmenbrettes aus Hartpapier durch ein solches aus Frequenta um 25 % bei 200 m Wellenlänge verbessert werden, und es konnte bei Ersatz einer Zentralbefestigungsachse für eine Eisenkernspule aus Metall durch Isolierstoff die Resonanzschärfe dieser Spule bei 300 m Wellenlänge verdoppelt werden.

Die bisher besprochenen Vorzüge der Eisenkernspulen lassen sich somit in der Weise zusammenfassen, daß derartige Spulen bei Verwendung guter Massekerne im Raumbedarf und im Gewicht häufig um 90 % verringert werden können. Durch die hohe Festigkeit des Stoffes wird gegenüber Hartpapier-Spulenkörpern nicht nur eine höhere Konstanz, sondern auch ein mechanischer Schutz der dünnen Drähte gewährleistet. Die kleinen Spulen lassen sich ohne weiteres selbsttätig wickeln, sie können aber auch auf Grund des genauen Induktivitätsausgleiches nachträglich eingestellt werden. Durch die hohe Permeabilität des Eisenkerns und durch die hierdurch bedingte Verringerung der Windungszahl werden nicht nur die elektrischen Verluste verringert, sondern es wird auch in den meisten Fällen ein erheblicher Preisvorteil geboten.

Auch wenn nicht geschlossene Eisenkernformen verwendet werden, ist das Streufeld derartiger Spulen so klein, daß auch unter Berücksichtigung der Abschirmung eine wesentliche Verlust- und Raumersparnis gegenüber Luftspulen gegeben ist (Abb. 7 a und b). Interessant ist des weiteren die Tatsache, daß nach theoretischen Betrachtungen Eisenkerne bis zu Wellenlängen von 1 m, nach verschiedenen Messungen bis zu Wellenlängen von 10 m, vorteilhaft anzuwenden sind, so daß gerade bei Kurzwellen- und Ultrakurzwellengeräten, bei denen unerwünschte Kopplungen und Streuungen so viele konstruktive Mühen machen, in nächster Zeit besonders für Höchstfrequenzen konstruierte Eisenkerne benutzt werden sollen.

G Netzgleichrichter
S Filtersiebkette
O Schwingröhre in Dreipunktschaltung
C Verlustarmer Abstimmkondensator
V Röhrenvoltmeter
A Mikroamperemeter
K Ankopplung an den Meßkreis
T Thermomilliamperemeter
M Meßspule

Abb. 8. Netzbetriebenes Meßgerät für die Spulengüte.

Gewisse Schwierigkeiten machten noch bis vor kurzem die genaue Messung der elektrischen Güte von Hochfrequenzspulen und die Massenmessungen von Induktivitäten. Bei der Messung der elektrischen Güte sind die Bandbreitenverfahren zu umständlich, das Dynatronverfahren wegen Schwankung der Röhrenkennlinie etwas unzuverlässig, das zeichnerische Verfahren nicht genau genug und der Differentialtransformator, wenn die notwendige Schirmung aller Teile genügend sorgfältig ausgeführt werden soll, teuer. In neuester Zeit ist in Amerika ein Meßverfahren mittels Spannungsabfalls an einem sehr kleinen Reihenwiderstand wieder in den Vordergrund gerückt, und in Deutschland vom Verfasser weiterentwickelt. Diese Meßschaltung (Abb. 8) hat den Vorteil, daß man sie gleich nach ϱ (Resonanzschärfe) eichen kann.

Verschiedene Konstrukteure bemühen sich zur Zeit, Massekerne auch für andere Verwendungszwecke brauchbar zu machen, und so wurde unter anderem ein älteres Patent wieder in Erwägung gezogen, nach dem eine Abstimmung von Empfangskreisen durch Änderung der Gleichstrom-Vormagnetisierung von Massekernen durchgeführt werden soll. Wie die Untersuchungen des Heinrich-Hertz-Instituts ergeben haben[9]), ist dieses Verfahren nur für ganz schmale Wellenbänder geeignet, also vielleicht im Ultrakurzwellengebiet, da nach Abb. 9 Kerne nach dem Hartpreßverfahren eine verschwindend geringe Änderung ihrer Permeabilität durch Vormagnetisierung zeigen. Eine interessante Möglichkeit, Kernbaustoff zu sparen, wurde von B o u c k e[10]) angegeben, indem er eine mehrfache Ausnutzung von Hochfrequenzkernen durch lageentkoppelte Wicklung (Abb. 10) vorschlug. Dieser Vorschlag hat jedoch zur Voraussetzung, daß der verwendete Stoff in allen drei Achsrichtungen magnetisch vollkommen homogen ist. Wie sich durch Messungen an Dralopermkernen nachweisen ließ, kann diese Forderung mit einer Toleranz von weniger als 0,005 % für die Permeabilität in den drei Achsenrichtungen erfüllt werden.

Abb. 9. Änderung der wirksamen Permeabilität mit der Vormagnetisierung.

Abb. 10. Lageentkoppelte Wicklung.

Abb. 11. Abstimmsystem mit Draloperm-Würfelspule.

Sobald diese Möglichkeit der Homogenität gegeben ist, bedarf es keiner besonderen Erfindungstätigkeit, an die Verwendung eines solchen Hochfrequenzeisens für den Bau von Hochfrequenz-Variometern zu denken, die als Luft-Variometer in der Jugendzeit der drahtlosen Telegraphie das Feld beherrschten und auf jeden Fall den Vorzug haben, daß ein außerordentlich großer Abstimmbereich mit einem Variometer bestrichen werden kann. Wie schon zu Anfang erwähnt, beschäftigen sich außerdem schon seit Jahren verschiedene Erfinder damit, nicht

[9]) Mündliche Mitteilung des Herrn Prof. Dr. L e i t h ä u s e r.
[10]) DRGM. 1 321 026.

nach Art der Drehspulen-Variometer, sondern nach Art der Schiebekerne eine Wellenabstimmung für Rundfunkempfänger zu bauen, wodurch der Drehkondensator ersetzt wird. Leider sind diese Versuche noch nicht von Erfolg gekrönt worden, da wegen der notwendigen hohen Permeabilität für das Abstimmeisen die Güte dieser Kreise (ϱ bisher unter 300) zu wünschen läßt und der Aufbau, insbesondere unter Berücksichtigung der weitvorgeschrittenen Technik des Drehkondensatorenbaus, verhältnismäßig zu teuer wird. Anderseits bietet abstimmtechnisch eine solche Permeabilitätsabstimmung insbesondere für den Einbereich- (Single-span) super (Abb. 11) recht beachtliche Vorteile, so daß die Akten hierüber noch nicht abgeschlossen sein dürften.

Stufenlose Kurzschlußbremse für elektrische Triebfahrzeuge.

Von Dipl.-Ing. **Hermann Hutt**, Mannheim.

621. 337. 521

Im Bahnwesen unterscheidet man bei den Bremseinrichtungen der Triebfahrzeuge zwischen Sicherheitsbremse und Betriebsbremse. Unter Sicherheitsbremse werden alle diejenigen Bremseinrichtungen verstanden, die notwendig sind, um ein Fahrzeug unter allen Umständen zum Stehen zu bringen. Hierzu gehört in erster Linie die Druckluftbremse, sei es die Klotz- oder Trommelbremse oder sei es zum Teil, für Fahrzeuge mit sehr hoher Geschwindigkeit, die Schienenbremse. Die Betriebsbremse hat dagegen den Zweck, beispielsweise in einem bestimmten Geschwindigkeitsbereich, die Sicherheitsbremse ausschalten zu können, um an Bandagen und an Bremsbelägen zu sparen. Die Sicherheitsbremse muß jedoch jederzeit in der Lage sein, das Fahrzeug ohne die Betriebsbremse von seiner Höchstgeschwindigkeit aus auf einem vorgeschriebenen Weg zum Stillstand zu bringen.

Wie schon gesagt, hat die Sicherheitsbremse, insbesondere die Klotzbremse, den Nachteil, daß sie mit einem großen Stoffverschleiß verbunden ist; dies tritt vor allem bei Fahrzeugen im Vorortbetrieb sehr unangenehm in Erscheinung, wo häufig angefahren und gebremst werden muß. Der Bremsstaub dringt überall ein und setzt sich in den Motoren und Geräten der elektrischen Ausrüstung fest, was Störungen veranlassen kann. Bremst man elektrisch mit den Motoren, so gibt es keinen Verschleiß, so daß diese Bremsart ein unschätzbares Mittel zur Schonung der Sicherheitsbremse darstellt, deren Betriebsbereitschaft erhöht, und bedeutende Ersparnisse an Unterhaltungskosten mit sich bringt. Naturgemäß bedeutet das elektrische Bremsen für die Motoren eine zusätzliche Belastung, und diese ist, wie an anderer Stelle[1]) nachgewiesen wurde, am geringsten bei der elektrischen Widerstandsbremsung. Dabei arbeiten die ja auch bei Wechselstrombetrieb als Kommutatormaschinen ausgebildeten Motoren als Gleichstromhauptschlußgeneratoren auf einen Widerstand, in dem die Bremsleistung vernichtet werden muß. Bei der Widerstandsbremse ist die Bremskraft vom Bremsstrom abhängig. Da jedoch die Spannung der als Generatoren arbeitenden Motoren mit abnehmender Geschwindigkeit zurückgeht, muß der Widerstand herabgesetzt werden. Bisher wurde der Bremswiderstand in Stufen geregelt, wobei beim Kurzschließen der einzelnen Widerstandsstufen durch das plötzliche Ansteigen des Bremsstromes Stöße entstanden, die von den Fahrgästen unangenehm empfunden wurden.

a Widerstandsspiralen
b Stromabnehmerrollen
c Stromzuführungsbürste
d Steuermotor
e Steuergetriebe
f Kettentrieb
g Hilfsschalter am Bremswender
h Umschaltelemente am Bremswender
i Lüftermotor

Abb. 1. Stufenlose Kurzschlußbremse.

Die zu vernichtende Leistung beim Bremsen ist ganz erheblich, beispielsweise beträgt sie bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h für einen neueren Doppeltriebwagen der Reichsbahn bei einer Verzögerung von etwa 0,7 m/s² 2600 kW, also je Wagenhälfte 1300 kW. Ein Teil dieser Leistung muß in den ersten Sekunden des Bremsens abgeführt werden, während sich der Rest zunächst in den Widerständen aufspeichert. Mit abnehmender Geschwindigkeit nimmt die Leistung verhältnisgleich ab, wobei entsprechend der Leistungsabnahme Widerstände kurz geschlossen werden können. Der am längsten eingeschaltete Widerstandsteil muß immerhin so bemessen sein, daß er, bezogen auf den Gesamtwiderstand, die oben angegebene Leistung abführen kann.

Diesen Forderungen entspricht die von Brown Boveri entwickelte stufenlose Widerstandsbremse für elektrische Triebfahrzeuge, mit der auf verhältnismäßig kleinem Raum eine außerordentlich hohe Leistung verrichtet werden kann und die dabei sehr leicht und in der einfachsten Weise steuerbar ist. Die Widerstandsbänder sind in uhrfederförmigen Spiralen aufgewickelt. An den Rändern der Bänder laufen Stromabnehmerrollen, durch die der Widerstand stetig geändert werden kann. Der Bremswiderstand ist in zwei Hälften geteilt, zwischen denen sich ein Lüfter-Hochstrommotor mit zwei auf den freien Wellenenden aufgesetzten Lüftern befindet. Der Hochstrommotor wird von einem Teil des Bremsstromes durchflossen, während der Rest durch einen Parallelwiderstand geführt wird. Dadurch ist es möglich, den Motor für verschiedene Triebfahrzeuge gleich zu bemessen, so daß eine möglichst geringe Lager- und Ersatzteilhaltung gegeben ist. Die aus dem Lüftermotor, den Lüftern, den Bremswiderstandshälften und dem Antrieb zusammengebaute Bremsmaschine zeigt Abb. 1. Die Maschine wird im Fahrzeug quer zur Fahrrichtung eingebaut, so daß die Kühlluft in der Mitte angesaugt und zu beiden Seiten des Fahrzeuges ausgeblasen wird.

[1]) Th. Buchhold, Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 140.

Die Stromabnehmerrollen der je nach den Betriebsbedingungen parallel, hintereinander oder gemischt geschalteten Bremsspiralen werden durch eine gemeinsame Welle über ein Getriebe von einem Steuermotor angetrieben; die Welle ist durch die Hohlwelle des Lüftermotors durchgeführt. Das Getriebe hat gleichzeitig die Aufgabe, die Fahrbremsumschaltung und die notwendigen Verriegelungen für die Steuerstromkreise zu ermöglichen. Es ist zu diesem Zweck derart eingerichtet, daß die Stromabnehmerrollen gleichförmig über das ganze Widerstandsband geführt werden, während der Fahrbremsumschalter nur bei voll eingeschaltetem Widerstand und abgeschaltetem Triebmotorstromkreis betätigt werden kann, und der Steuermotor nur bei Kurzschluß des Bremswiderstandes abgeschaltet wird. Auf Zwischenstellungen des Bremswiderstandes werden die Verriegelungskontakte und der Fahrbremsumschalter nicht bewegt.

Bemerkenswert ist, daß bei den hohen Strömen, die an den Spiralen von den Rollen abgenommen werden, sich eine verhältnismäßig starke Abnutzung einstellt, wenn ein Stromübergang vom Band zur Rolle stattfindet, während umgekehrt die Abnutzung der Rollen ganz bedeutungslos ist. Aus diesem Grund wird der Strom den Spiralen durch die Rollen nur zugeführt und über einen Schleifring und Bürsten abgenommen. Um sicher zu sein, daß auch bei Verwendung der Bremsmaschine für Wechselstrom-Triebfahrzeuge der Strom immer in der gleichen Richtung, d. h. von der Rolle zum Band fließt, ist mit dem Steuergetriebe noch eine Einrichtung für eine entsprechende Vorerregung der Maschinen verbunden. Da die Stromabnahmen für die im allgemeinen zu bewältigenden hohen Ströme nicht mit einer Rolle ausführbar ist, müssen mehrere Rollen parallel arbeiten. Die Rollen haben jedoch einen räumlichen Abstand, so daß zwischen den Rollen ein Widerstandsstück eingeschaltet ist. Um trotzdem zu erreichen, daß alle Rollen denselben Strom aufnehmen, ist die als Stromableitung ausgebildete Achse der vorauslaufenden Rollen mit entsprechend vermindertem Widerstand ausgeführt.

Die Stromabnahmeeinrichtung ist mit einer einfachen Hebelübertragung versehen, wodurch der Kontaktdruck der Rollen über die ganze Spirale annähernd gleich bleibt, einerlei, ob die Rolle sich nun am inneren oder äußeren Ende der Spirale bewegt. Der Bremsstrom wird von einem Bremsrelais überwacht derart, daß der Steuermotor den Bremswiderstand vermindert, wenn der Bremsstrom kleiner als der am Bremsrelais eingestellte Wert ist, und daß Bremswiderstand zugeschaltet wird, wenn der Bremsstrom zu hoch wird. Das Bremsrelais wird durch den Fahrschalter eingestellt, in den ein Widerstand zur Veränderung der Erregung des Bremsstromrelais eingebaut ist. Im Fahrschalter wird also der Bremsstrom und damit unmittelbar die gewünschte Bremskraft eingestellt.

Fortschritte der Selbstanschlußtechnik.

Von **W. Jaekel**, Berlin.

621. 395. 34

Die deutsche Industrie hat in den letzten Jahren besondere Anstrengungen gemacht, auf dem Gebiet der Fernsprechanlagen, im besonderen der Nebenstellenanlagen, neue Fortschritte zu erzielen und die Bequemlichkeit und Vielseitigkeit der Einrichtungen auf einen Höchststand zu bringen. Schon die kleinsten Nebenstellenanlagen

Abb. 1. Bedienungstisch einer Neha-Zentrale, ausgebaut für 10 Amtsleitungen, mit Geradezug-Nummernschalter.

— es sind sog. Relaiszentralen für eine Amtsleitung und vier bzw. zehn Teilnehmer — erfüllen alle Anforderungen, die man an Anlagen dieser Art zu stellen berechtigt ist. Wichtig ist vor allem, daß die ankommenden Amtsanrufe nach dem Abfragen schnell zu den gewünschten Nebenstellen durchgeschaltet werden. Dazu dient, wie bereits bekannt, eine als Hauptstelle geschaltete Station mit Kippschalter. Bei einem Anruf ist nur der Kippschalter in die Stellung „Amt" zu legen und der gewünschte Teilnehmer durch Wählen seiner Rufnummer aufzufordern, durch Niederdrücken seiner Signaltaste die Verbindung zu übernehmen. Wichtig ist ferner, daß jeder Teilnehmer die Möglichkeit hat, bei einem anderen Teilnehmer im Hause eine Rückfrage zu halten. Hierzu braucht er lediglich seine Signaltaste zu drücken und den gewünschten Teilnehmer zu wählen. Nach einem weiteren Druck auf die Signaltaste ist die Amtsverbindung wieder hergestellt. Beachtlich ist dabei, daß jede Sprechstelle durch nur eine Doppelleitung mit der Zentrale verbunden ist. Infolgedessen können auch außenliegende Nebenstellen mit den gleichen Schaltmöglichkeiten wie andere Teilnehmer angeschlossen werden.

Abb. 2. Antriebssystem des Motorwählers.

Von den weiteren Vorzügen sei erwähnt, daß jeder Teilnehmer eine Amtsverbindung einer anderen Nebenstelle übergeben kann und daß ein Amtsanruf bei Behinderung der Hauptstelle s e l b s t t ä t i g an eine als Aushilfs-Abfragestelle geschaltete Nebenstelle weitergeschaltet wird. Die Hauptstelle ist aus betrieblichen Gründen in der Lage, Gespräche zwischen Stellen im Hause mitzu-

hören und sich aufzuschalten. Dabei zeigt ein gedämpftes Summerzeichen den sprechenden Teilnehmern die Aufschaltung an. Ferner kann eine Nebenstelle zum Mithören sowohl von Haus- als auch von Amtsgesprächen eingerichtet werden. Die Relaiszentrale für eine Amtsleitung und vier Teilnehmer gibt es mit eingebautem Stromversorgungsgerät, das den Betriebsstrom unmittelbar aus einem Wechselstromnetz zu entnehmen ermöglicht. Größere Zentralen werden mit Drehwählern ausgerüstet. Hierbei sind die Nebenstellen in unbeschränkt und beschränkt amtsberechtigte eingeteilt. Letztere können eine Amtsleitung nur unter Mitwirkung der Hauptstelle belegen. Die von S & H gebauten „Neha"-Zentralen werden für 5 bis 20 Amtsleitungen und bis zu 180 Teilnehmern mit den unten näher behandelten Siemens-Motorwählern ausgerüstet, während Neha-Zentralen für beliebige Anschlußzahlen Hebdrehwähler erhalten. Neha-Bedienungsstationen gibt es für eine beliebige Zahl von Amtsleitungen. Bei einer größeren Zahl von Amtsleitungen werden die Bedienungsknöpfe zweckmäßig in ein kleines Tischchen eingebaut (Abb. 1). Bemerkenswert ist, daß bei Anlagen mit 10 und mehr Amtsleitungen die kreisrunde Nummernscheibe durch einen Profil-Nummernschalter ersetzt ist, der durch eine geradlinige Zugbewegung betätigt wird. Der Vorteil dieses Nummernschalters liegt in der leichten Betätigung.

Abb. 3. Motorwähler mit abgenommener Kontaktbank.

Besonderes Interesse verdient eine mit Motorwählern ausgerüstete Neha-Zentrale, da sie zum erstenmal die Verwendung eines mit eigenem umlaufenden Motor ausgestatteten Drehwählers in der Nebenstellentechnik zeigt. Dieser Wähler ist das Ergebnis einer langen Entwicklungsarbeit, so daß er als ausgereifte Konstruktion anzusehen ist. Sein übersichtlicher Aufbau, seine vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten und seine wirtschaftlichen Vorzüge werden ihn zu einem sehr wichtigen Schaltmittel in der neuzeitlichen Fernsprechtechnik machen. Der Antrieb dieses Wählers (Abb. 2) besteht im wesentlichen aus zwei Elektromagneten und einem drehbar gelagerten Weicheisenanker. Die beiden Elektromagnete erhalten abwechselnd Strom, so daß der Anker in eine fortwährende Drehbewegung gerät. Durch zwei Hilfspole am Anker wird ein ruhiger Lauf gesichert. Die Bewegung kann im Schnellauf oder im Einergang erfolgen. Im ersteren Falle geschieht das abwechselnde Ein- und Ausschalten der Elektromagnete durch eine auf der Motorachse sitzende Unterbrecherscheibe. Dabei lassen sich mit Sicherheit Schrittgeschwindigkeiten von mehr als 300 je Sekunde erzielen. Im Einergang werden die Antriebsmagnete durch Relaiskontakte eingeschaltet, die im Takt der vom Nummernschalter abhängigen Stromstöße arbeiten. Für das Anhalten im Schnellauf, das in Anbetracht der hohen Geschwindigkeit selbst bei der geringen Masse der Schaltarme an sich Schwierigkeiten verursachen würde, ist eine günstige Lösung gefunden worden. In dem Augenblick nämlich, in dem der gewünschte Kontakt erreicht ist, werden beide Magnete unter Strom gehalten. Der Anker kann also nicht weiterlaufen, weil ihn der Magnet, der ihn gerade angezogen hat, festhält. Diese elektrische Bremsung ist nicht nur zuverlässig, sondern auch genügend elastisch.

Abb. 4. Eine neue Fernsprechtischstation.

Die Kontaktbank des Siemens-Motorwählers (Abb. 3) besteht aus 10 Kontaktsegmenten mit je 50 Kontakten. Sie enthält also 500 Kontakte, nämlich je 100 a- bis e-Kontakte. Dabei sind, um Übersprechen usw. zu vermeiden, die mit Sprechkontakten (a- und b-Kontakte) beschalteten Kontaktsegmente durch solche getrennt, an denen Prüfadern endigen. Von der Größe abgesehen, ähnelt diese Kontaktbank der eines normalen Drehwählers. Entsprechend der Gestaltung der Kontaktbank sitzen auf der Schaltwelle 10 Schaltarme, die wie bei allen Siemens-Fernsprechanlagen als Doppelarme ausgebildet sind und die Kontaktlamellen von zwei Seiten fassen. Die Stromzuführungsfedern der einzelnen Schaltarme sind auf der Grundplatte des Wählers befestigt. Die Beschaltung der einzelnen Schaltarme ist also beliebig veränderbar.

---- alte Form —— neue Form

Abb. 5. Vergleich zwischen der alten und der neuen Form des Handapparates.

Die Arbeitsweise des Motorwählers in einer Zentrale ist so, daß durch die Wahl der ersten Ziffer der Dekadenkontakt im Schnellauf erreicht wird. Dieser Vorgang entspricht der Einstellung des Höhenschritts bei einem Hebdrehwähler. Die zweite Impulsreihe stellt dann den Schaltarm im Einergang auf den gewünschten Teilnehmerkontakt. Die Siemens-Motorwähler werden in Neha-Zentralen bis zu 20 Amtsleitungen und 180 Teilnehmern als Anrufsucher, Leitungswähler oder als Doppelbetriebswähler verwendet.

Eine neue Fernsprech-Tischstation (Abb. 4) weist neben ihrer gefälligen Form zahlreiche Verbesserungen in elektroakustischer Hinsicht auf. Der Handapparat erhielt auf Grund von sorgfältigen Kopfmessungen an 5000 Personen eine neue Form (Abb. 5). Bei ihr liegt die Mikrophoneinsprache günstiger zum Mund, so daß die Schallwellen besser auf die Membran treffen. Hierzu trägt auch

die neue Form der Einsprache bei, die quer zum Munde angeordnete Kanäle hat und neben ihrer schalldruckerhöhenden Wirkung noch die Eigenschaft aufweist, daß sie die höheren Frequenzen bevorzugt der Membran zuleitet. Das Mikrophon selbst wurde ebenfalls neu gestaltet. Es überträgt ein Frequenzband von 300 bis 3000 Hz gleichmäßig ohne Resonanzstellen und mit guter Leistung. Durch die Verwendung von Tauchelektroden werden die vom Mikrophon herrührenden Kontaktgeräusche unterdrückt, auch wird Unabhängigkeit von der Lage erreicht. Eine neue Geräuschdämpfungsschaltung unterdrückt Fremdgeräusche weitgehend. Insgesamt erhöhen alle diese Maßnahmen den Verständlichkeitsgrad, das heißt den Prozentsatz verstandener Silben, auf etwa 82 %. Auch stören Fremdgeräusche weniger, wie Maschinenlärm oder Unterhaltung im gleichen Raum. Der Gabelträger wurde neu gestaltet. Er dient auch bei dieser Station als Umschalter, da eingehende Untersuchungen ergaben, daß dieser Form des Gabelumschalters in betrieblicher Hinsicht der Vorzug gebührt.

Neuere Niederspannungs-Schaltgeräte.

Von Friedrich Schoof VDE, Berlin.

621. 316. 57. 027. 2

Die Entwicklung im Schaltgerätebau hat während der letzten Zeit einen ungewöhnlich schnellen, fast stürmischen Verlauf genommen. Die Schaltgerätetechnik ist die treue und unentbehrliche Helferin auf fast allen Teilen des weiten elektrischen Gebietes, und sie muß mit den Fortschritten, die irgendwo in der Starkstromtechnik erzielt werden, gleichen Schritt halten und sich ihnen anpassen. Als Beispiel hierfür möge die Neuentwicklung im Gleichstromanlagenbau gelten, die durch das Vordringen der Gleichrichter hervorgerufen wurde und die harte Schaltbedingungen für die Schaltgeräte mit sich brachte. Es kommen hinzu die Fortschritte und die Lösungen von Aufgaben, die gewissermaßen im eigenen Hause entstehen, Beseitigung von bestehenden Unzulänglichkeiten, neuere Erkenntnisse in bezug auf Kontaktbildung und Schaltvorgänge, neue Werkstoffe usw.

Abb. 1. Motorschutzschalter für 16 A, 500 V.

Die beiden Hauptaufgaben der Schaltgeräte sind ganz allgemein:

Schutz der Leitungen, der Stromverbraucher und der daran angeschlossenen Maschinen, also kurz des gesamten an das Gerät angeschlossenen Anlageteiles gegen die Gefahren, die durch Überstrom oder Kurzschluß, Wegbleiben der Spannung, Auftreten von Berührungsspannungen und andere Ursachen entstehen.

Steuerung des Anlagenteiles. Diese muß sich den gegebenen Betriebsbedingungen von verschiedenster Art so viel wie möglich anpassen und stellt daher ebenso hohe Anforderungen an die Ausbildung der Schaltgeräte wie die Schutzaufgabe.

Während früher der Überstromschutz in den kleineren und mittleren Verbraucher-Stromkreisen sowie in den Verteilungsgruppen fast ausschließlich durch Schmelzsicherungen übernommen wurde, und nur bei den größeren Stromkreisen daneben auch Selbstschalter in Frage kamen, läuft heute die Entwicklung dahin, daß die Schmelzsicherungen ganz allgemein mehr und mehr durch die Überstromschalter verdrängt werden. Die Sicherungen können ihrer Natur nach für andere Schutzarten als den Überstromschutz nicht in Frage kommen, so daß z. B. als Schutz beim Wegbleiben der Spannung oder Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen doch wieder Schaltgeräte benötigt werden. Dagegen gelingt es in den meisten Fällen, alle benötigten Schutzarten in einem Schaltgerät unterzubringen. Hierzu kommt noch, daß mit dem gleichen Schaltgerät auch die Bedingungen für die Steuerung der Anlage selbst erfüllt werden

K36361

geöffnet — geschlossen

1 Senkvorrichtung
2 auswechselbare Kontaktschiene
3 festes Schaltstück
4 Hilfskontakte
5 EIN-Druckknopf
6 AUS-Druckknopf
7 Anschlußklemme
8 Wärmeauslöser
9 Stellscheibe
10 Ein-, Aus- und Sperr-Anzeiger

Abb. 2. Motorschutz-Ölschalter für 16 A, 500 V.

können, so daß durch seine Verwendung eine Vereinfachung und eine höhere Vollkommenheit entsteht. Seit wir es gelernt haben, auch mit kleinen Schaltgeräten sehr hohe Kurzschlußleistungen zu beherrschen, tritt daher der Überstromschalter jetzt auch in die Stromkreise für kleine und kleinste Stromstärken ein, ein Gebiet, das früher ausschließlich der Schmelzsicherung vorbehalten war.

Der neuzeitliche Drehstrommotor hat bei seiner unübertrefflichen Einfachheit und vorzüglichen Wirkungsweise einige Eigenschaften, die besonders hohe Anforderungen an das Schaltgerät stellen. Es sind dies der hohe Anlaufstrom, den das Schaltgerät aushalten muß ohne aus-

zulösen, und anderseits die Möglichkeit der geringen Dauerüberlastung durch den Einphasenlauf, bei der der Schalter auslösen muß, bevor der Motor Schaden nimmt. Diese Bedingungen lassen sich aber nicht durch Schmelzsicherungen, sondern nur durch Motorschutzschalter erfüllen, und daher ist dieser heute zu einer unentbehrlichen Ergänzung des Drehstrommotors selbst geworden.

In bezug auf die Steuerung der elektrischen Anlage durch die Schaltgeräte ist der Umstand von entscheidender Bedeutung, daß durch die Vervollkommnung der selbsttätig arbeitenden Anlagen mehr und mehr die Schaltgeräte mit Fernsteuerung in den Vordergrund treten. Während früher für die Fernsteuerung ausschließlich reine Schütze verwendet wurden, die nur den Schaltvorgang selbst zu vollführen haben, daneben aber keine Schutzwirkung besitzen, sind heute die Schütze vielfach mit Überstrom- und Kurzschlußauslösern zum fernbetätigten Motorschutzschalter vereinigt. Das bedeutet eine weitere Vereinfachung und Verbesserung der Anlage selbst. Der schützartige, fernbetätigte Motorschutzschalter bietet darüber hinaus gegenüber dem handbetätigten Schalter den großen Vorteil, daß auch da, wo es sich nicht um selbsttätige Anlagen handelt, die Ein- und Ausschaltung an den Platz gelegt werden kann, wo sie am vorteilhaftesten ist (Werkzeugmaschinen), und daß ferner der Schaltvorgang unabhängig von der Geschicklichkeit des Bedienenden ist, daß also z. B. durch zögerndes Einschalten bei einem vorliegenden Kurzschluß kein Schaden entstehen kann. Neben den Luftschalter sind in der letzten Zeit gerade auf diesem Gebiete Ölschalter getreten, die alle Vorteile der altbewährten Hochspannungs-Ölschalter besitzen, nämlich Abschluß der lebenswichtigen Teile durch das Öl und große Schaltleistung ohne wesentliche Lichtbogenbildung, während anderseits bei solchen Niederspannungsschaltern mit ihren geringen Ölmengen kaum irgendwelche zusätzlichen Gefahren durch das Öl selbst auftreten können. — Die genannten Entwicklungsrichtlinien und erzielten Fortschritte mögen nun an Hand einiger ausgeführter Schaltgeräte der AEG erläutert werden:

Abb. 3. Motorschutz-Ölschalter mit Verzögerungseinrichtung (*a*) gegen unbeabsichtigtes Einschalten bei vorübergehender Spannungssenkung.

Abb. 1 zeigt einen kleinen Motorschutz-Luftschalter, Bauform MSB 16, der für kleinere Motoren in dem Bereich von 0,5 bis 16 A bestimmt ist. Die Ein- und Ausschaltung geschieht hier mittels zweier Druckknöpfe, um eine einheitliche Bedienungsart mit fernbetätigten Schaltern zu erhalten. Die Abbildung läßt erkennen, daß der Lichtbogen durch ein starkes Blasfeld ausgelöscht wird. Dadurch entsteht eine sehr hohe Leistungsfähigkeit, so daß ein Kurzschlußstrom von 1500 A mit außerordentlicher Leichtigkeit ohne starke Feuererscheinung bewältigt wird. Der Schalter hat in jedem Pol Wärmeauslöser (Bimetall) und Schnellauslöser, so daß er einen vollkommenen Überstrom- und Kurzschlußschutz sowohl für die Leitungen als auch für den Motor darstellt.

Für gleiche Leistungen ist der kleine Motorschutz-Ölschalter OSBi 16 bestimmt (Abb. 2). Dieses Modell ist als Fernschalter ausgebildet, der daher auch für selbsttätige Anlagen (Hauswasserpumpen) zu verwenden ist. Zu diesem Zwecke hat er eine Sperrvorrichtung, die beim Ansprechen der Wärmeauslöser ein Wiedereinschalten unmöglich macht, bevor die Sperrung wieder durch den „Aus"-Druckknopf gelöst wird. Die drei Stellungen „Ein", „Aus", „Sperrung" werden in einem Schauloch angezeigt. Auch dieser kleinste Motorschutz-Ölschalter hat drei im Verhältnis von 1 : 2 einstellbare Wärmeauslöser. Dagegen wurde von einer Kurzschlußauslösung abgesehen, die aber bei den größeren gleichartigen Bauformen MSOB vorhanden ist und hierbei die gewaltige Kurzschlußleistung von etwa 10 000 A bei 550 V erreicht.

Abb. 4. Leistungsschalter im Gußgehäuse, 600 A, 500 V.

Die Fernschalter wirken natürlich auch als Nullspannungsschalter, was in den meisten Fällen eine willkommene Eigenschaft darstellt. Es kann aber auch Fälle geben, in denen die schnell wirkende Nullspannungsauslösung zu Unzuträglichkeiten führt. Werden Industriewerke an Überlandwerke mit großem Freileitungsnetz angeschlossen, so können hin und wieder Störungen auftreten, die Spannungssenkungen von kurzer Dauer zur Folge haben. In diesem Falle möchte man nicht, daß die Schalter aus dem Betrieb fallen, anderseits möchte man aber auch nicht auf die Vorteile des neuzeitlichen Fernschalters verzichten. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde deswegen eine Verzögerungseinrichtung für die MSBO-Schalter geschaffen, die so wirkt, daß bei einer Spannungsabsenkung der Haltekontakt nicht sofort mit dem Hauptschaltwerk abfällt, sondern erst über den Weg einer Verzögerungseinrichtung. Diese ist in Abb. 3 mit *a* bezeichnet. Im Ölkessel liegt eine kleine Ölpumpe, die über eine Feder von dem herabfallenden Schaltwerk angespannt wird. Der Kolben bewegt sich langsam nach unten und öffnet den Haltekontakt kurz vor seiner unteren Endlage. Kehrt während dieser Zeit die Spannung zurück, so springt der Schalter sofort wieder an. Die Verzögerung ist in weiten Grenzen einstellbar. Sie wird gewöhnlich auf etwa 2 s bemessen. Durch diese einfache zusätzliche Verbesserung hat der Schalter eine weitere Vollkommenheit erreicht, da er neben dem Überstromschutz auch den Nullspannungsschutz ohne dessen sonstige Nachteile gewährt.

Abb. 5. Einpoliger Überstromschalter beim Abschalten eines Kurzschlusses von 26 400 A, wiederkehrende Spannung 1080 V Gleichstrom.

Der wesentlichste Fortschritt bei den großen Leistungsschaltern ist durch die Anwendung von Klotzkontakten erzielt worden[1]). Hierdurch wird ein geringerer Spannungsabfall an den Hauptkontakten ermöglicht, als er bisher zu erreichen war. Die Abmessungen des Schalters werden verkleinert und trotzdem seine Leistungsfähigkeit gesteigert. Ein Beispiel hierfür bietet der Leistungsschalter III L für 600 A, 500 V nach der Abb. 4. Dieser Schalter, in der Hauptsache zur Verwendung in gekapselten Verteilungsanlagen gedacht, ist für seine Leistung ganz ungewöhnlich klein. Die Bedienung ist spielend leicht und die Kontaktgabe und Schaltleistung sind äußerst zuverlässig.

Abb. 6. Oszillogramm der Abschaltung nach Abb. 5.

Ein weiteres Beispiel für die Leistungssteigerung durch Anwendung der Klotzkontakte bietet der Schalter EM 2000 für 2000 A, bis 1000 V Gleichstrom oder 1500 V Drehstrom. In der Abb. 5 wird ein einpoliger Schalter dieser Bauform gezeigt, wie er einen satten Kurzschluß bei einer Gleichspannung von 1000 V in einem sehr großen Gleichrichterwerk sauber zu- und abschaltet. Das Oszillogramm (Abb. 6) läßt die Einzelheiten des Abschaltvorganges erkennen; die Stromspitze betrug rd. 26 000 A. Abb. 7 zeigt einen neuen Drehstromschalter EM 3000 für 3000 A und 750 V Drehstrom. Auch bei diesem Schalter ist durch die Anwendung der neueren Erkenntnisse eine außerordentlich gedrungene, raum- und gewichtsparende Form bei höchster Schaltleistung erreicht worden.

Abb. 7. Überstromschalter für 3000 A, 750 V Drehstrom.

Ein sehr interessantes Arbeitsgebiet bilden die Schnellschalter. Diese haben durch die starke Zunahme der Gleichrichteranlagen eine hohe Bedeutung erhalten. Einerseits mußte die Schaltleistung entsprechend den erhöhten Anforderungen noch gesteigert werden, anderseits traten weitgehende Anforderungen an die Selektivität in den Vordergrund. Bei den Gearapidschaltern kann diese Selektivitätsfrage heute als gelöst angesehen werden. In einigen neueren Anlagen wurde ein vollkommene Selektivität zwischen Gleichrichterschaltern, Kupplungsschaltern und Streckenschaltern unter sich für alle möglichen Betriebsbedingungen erzielt, wobei ferner noch die Gleichrichterschalter richtungsempfindlich ausgeführt sind, so daß bei einem Rückstrom nur die kranke Stromquelle ausgeschaltet wird.

[1]) Schoof, Neuzeitliche Bauarten von Motorschutz-Schaltern, VDE-Fachberichte 1934, S. 50. — Höpp, Neuartige Bauweise von Schaltgeräten, ETZ 54 (1933) S. 203.

Wirtschaftliche Bauformen für Schaltanlagen hoher Kurzschlußbeanspruchung.

Von Immanuel Sihler VDE, Berlin.

621. 316. 268

Die Belebung der deutschen Wirtschaft hat sich in erster Linie auf dem industriellen Gebiet ausgewirkt. Während man bei den Anlagen der öffentlichen Stromversorgung infolge der noch vorhandenen Reserven erst allmählich zu Erweiterungen schritt, erstanden beim Umbau und Neuaufbau von Industrieanlagen, insbesondere von solchen für die deutsche Rohstoffwirtschaft, bereits recht beachtenswerte Schalt- und Umspannanlagen. Die Einrichtungen für die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie solcher Werke müssen, insbesondere bei Dauerbetrieb, bezüglich der Sicherheit einer steten Stromzufuhr ganz besonders hohen Anforderungen entsprechen. Man denke nur z. B. an die Schwierigkeiten beim Stromausfall in bestimmten Elektrolyseanlagen. Der neben Eigenerzeugung aus Sicherheitsgründen zumeist vorgesehene gleichzeitige Anschluß an Großversorgungsnetze ergibt im Kurzschlußfalle recht beträchtliche mechanische und thermische Beanspruchungen und bedingt damit einen maßgeblichen Einfluß auf den konstruktiven Aufbau der Schaltanlagen.

Abb. 1 zeigt eine Einheitsbauform für Schaltanlagen, geeignet zum Einbau von Leistungsschaltern mit Abschaltleistungen bis 600 MVA, welche sich für die vorbeschriebene Aufgabenstellung sehr gut in die Praxis eingeführt hat, da sie allen betriebstechnischen und wirtschaftlichen Erfordernissen entspricht. Eine Betrachtung der Abbildung zeigt in erster Linie die uneingeschränkte Verwendung brandsicherer Schalter, Wandler und Endverschlüsse. Der dadurch mögliche Fortfall der früher gegen Brandgefahren erforderlichen Schutzmaßnahmen ermöglicht die offene Aufstellung und damit eine außerordentliche Zusammendrängung der Schaltgeräte, ohne daß die Zugänglichkeit zu den einzelnen Geräten leidet. Diese Zusammenfassung bedeutet für den Betrieb eine Verkürzung der Bedienungswege; für die Vornahme von Schalthandlungen selbst braucht überhaupt nur noch ein einziger Gang betreten zu werden. Hier findet der Bedienungsmann wie in einer Schaltwarte die Betätigungsstellen sämtlicher Schaltgeräte auf einer Schaltwand abzweigweise zusammengefaßt. Die versenkte Anordnung der

Steuergeräte ermöglicht deren Einbau in Blindschaltbildform, was sehr wesentlich zum Schutz gegen Fehlschaltungen und dadurch zur Erhöhung der Betriebssicherheit beiträgt. Die gezeichnete Schrankanordnung für die Steuergeräte ermöglicht eine reinliche Trennung der Niederspannungs-, Steuer-, Relais- und Meldekreise von der Hochspannung und ergibt für den Bedienungsmann einen sicheren Schutz gegen etwa in der Hochspannungszelle auftretende Lichtbögen. Um trotz des Schrankes vom Bedienungsgang aus geschützt einen Einblick in die Hochspannungszelle selbst zu erhalten, kann der Schrank auch über zwei Drittel der Zellenbreite gebaut und das letzte Drittel in durchsichtigem, lichtbogenfestem Klardrahtglas ausgeführt werden.

Die Verlegung der Steuerkabel im unteren Teil des Bedienungsschrankes hat den Vorzug einer einfachen Deckendurchbildung ohne viele Durchbrüche und bedeutet die Ersparnis von Kabelkanälen mit den erfahrungsgemäß sehr leicht beim Begehen klappernden Abdeckplatten. Die abgeschrägte Form der Lichtbogenschutzdecke erlaubt vom Bedienungsgang aus ein Beobachten der Sammelschienen und der Wanddurchführungen zu diesen für den Fall, daß der Betrieb eine Prüfung der wichtigsten Leitungsverbindungen auf Kontakterwärmung durch Anlauffarben vornimmt.

Mit Rücksicht auf die mechanische Beanspruchung durch den Stoßkurzschlußstrom sind die einzelnen Phasen der Sammelschienen im Dreieck angeordnet, da dies auf kleinstem Raum große Abstände zwischen den Schienen ermöglicht, ohne daß man dieselben in den Flur hineinragen zu lassen braucht. Leitungsschleifen sind praktisch völlig vermieden, und die geradlinige Strombahn ist auch in der Zellendraufsicht durch Wahl gleicher Phasenabstände bei Trenn- und Leistungsschaltern bis zum Endverschluß durchgeführt. Die Umbruchkraft der Stützisolatoren und Durchführungen ist der erhöhten Beanspruchung angepaßt, wie auch der thermischen Beanspruchung durch richtige Bemessung der Geräte ohne alleinige Rücksicht auf Nennstrom Rechnung getragen ist.

Außer der bei solchen Anlagen selbstverständlichen Wahl von festen Zellentrennwänden zwischen den Abzweigen und Lichtbogenschutzdecken, zwischen den Sammelschienen unter sich und deren Trennschaltern, empfiehlt sich bei längeren Zellenreihen noch eine Unterteilung der Sammelschiene bzw. der ganzen Anlage durch eine Trennwand, welche mit Rücksicht auf die Einhaltung der Übersichtlichkeit der Anlage am besten ebenfalls aus Klardrahtglas erstellt wird. Zu der guten Zellenübersicht und dem deutlichen Hervortreten des Wesentlichen trägt in erster Linie der unmittelbar angebaute Druckluftantrieb an Trenn- und Leistungsschaltern bei, da hierbei die früher oft so verwickelten Gestängeantriebe ganz wegfallen. Außerdem gewährleistet die Wahl dieser Antriebsart beim Einbau selbstsperrender Antriebe Schutz gegen selbsttätiges Öffnen von Trennschaltern im Kurzschlußfalle sowie im Bedarfsfalle, wie z. B. in häufig geschalteten Anlagen, einfachste Verriegelungsmöglichkeit gegen Fehlschaltungen, also vor allem gegen das Ziehen von Trennschaltern unter Last. Zum Schutze gegen Rückspannung wird in die Trennschalter vor den Kabelendverschlüssen im Bedarfsfalle eine Isolierplatte eingeschoben.

Bemerkenswert ist auch noch die Wahl der eigens für diese Schaltanlagen geschaffenen Kugelleuchten, die außer der Raumbeleuchtung auch noch der Zellen-Innenbeleuchtung dienen und so angebracht sind, daß sie während des Betriebs ohne Gefahr für das Personal gereinigt bzw. ausgewechselt werden können, was bei der bisher gebräuchlichen Deckenbeleuchtung wegen der Hochspannungsnähe meist nicht möglich war. — Zusammengefaßt sind die Kennzeichen derartiger Anlagen: Hohe Übersicht, einfache Bedienung, hochwertiger Bedienungsschutz, Brandsicherheit, Raumersparnis, einfache Bauweise, Kurzschlußfestigkeit, Begrenzung von Störungen auf die betroffenen Teile, Wirtschaftlichkeit.

a Sammelschienen
b Trennschalter
c Leistungsschalter (Expansionsschalter)
d Stabstromwandler
e Trocken-Spannungswandler
f Wickel-Endverschluß
g einschiebbare Isolierplatte
h Zellentrennwand
i Schaltschrank
k Meß-, Steuer- und Signalkabel

Abb. 1. Schnitt durch eine 10 kV-Schaltanlage für hohe Kurzschlußbeanspruchung.

Ölarme Leistungsschalter mit reiner Ölströmung.

Von O. Schwenk VDE, Frankfurt a. M.

621. 316. 57. 064. 25

Bei der Entwicklung ölarmer Leistungsschalter kann man zwei Richtungen beobachten. Bei der Mehrzahl der Ausführungen dient als Löschmittel ein Gemisch aus Öldampf und Öl. Vertreter dieser Schalterart sind der Expansionsschalter für höhere Spannungen[1]), der Konvektorschalter[2]) und die Ölstrahlschalter für hohe Spannungen[3]). Außerdem gehören hierzu sonstige neuere ölarme Schalter[4]), bei denen sich ebenfalls der Unterbrechungsvorgang in einer Löschkammer abspielt. In geringerem Maße wird von reiner Ölströmung bei ölarmen Schaltern Gebrauch gemacht. Die Erzeugung der Ölströmung kann dabei durch den Unterbrechungslichtbogen (selbsterzeugte Ölströmung) oder durch irgendwelche Hilfseinrichtungen (fremderzeugte Ölströmung) erfolgen. Ölarme Leistungsschalter werden in beiden Ausführungsarten gebaut. Von selbsterzeugter Ölströmung machen die oil blast explosion chamber und der Druckausgleichschalter Gebrauch. Fremderzeugte Ölströmung benutzt vor allem der impulse oil circuit breaker[5]).

a und *b* Unterbrechungsstellen

Abb. 1. Strömungslöschkammer mit 2 Unterbrechungsstellen (oil blast explosion chamber).

Je nachdem als Löschmittel ein Gemisch von Öl und Ölgas oder von Öl allein dient, ist verschiedenartiges Verhalten in der Unterbrechung des Kurzschluß-Lichtbogens zu erwarten. Vorausgesetzt sei hierbei immer, daß der Unterbrechungsvorgang in irgendeinem löschkammerartigen Raum vor sich geht. Die Löschkammer ist ja als wichtigster Bauteil im Leistungsschalterbau unentbehrlich geworden. Bei reiner Ölströmung läßt sich gleiche Schaltleistung mit geringerer Lichtbogenlänge bewältigen, als dies bei einem Gemisch von Öl und Ölgas möglich ist. Es genügt, wenn im Augenblick des Strom-Nulldurchganges sich eine verhältnismäßig dünne Schicht strömenden, unter Druck stehenden Öles zwischen die Schaltstücke geschoben hat, um ein erneutes Zünden des Lichtbogens zu unterbinden. Dadurch gelingt es, ohne hohe Schaltgeschwindigkeit den Unterbrechungsvorgang mit geringster Gasentwicklung und kleinstem Aufwand an Schaltarbeit zu bewältigen. Da ein Gemisch aus Öl und Ölgas eine viel geringere dielektrische Festigkeit besitzt, muß hier die Schaltgeschwindigkeit höher gewählt werden, um keine zu große Schaltarbeit aufwenden zu müssen. Die Schaltarbeit setzt sich innerhalb der Löschkammer infolge der Verdampfung von Öl in der Hauptsache in Druck um.

a beweglicher Einsatz
b unter Druck gesetzte Ölmenge
c Stiftbohrung
d Ventile

Abb. 2. Strömungslöschkammer des Druckausgleichschalters.

a Strömungslöschkammer *b* Bruchglied *c* Stromwandler

Abb. 3. Schnitt durch den Pol eines Druckausgleichschalters, Reihe 10.

Zu hoher Druck in der Löschkammer ist unerwünscht, einmal mit Rücksicht auf ihre mechanische Festigkeit, zum anderen, weil er die Lichtbogenspannung bei bestimmter Lichtbogenlänge erhöht. Die Vergrößerung der Lichtbogenspannung hat aber vermehrte Schaltarbeit zur Folge. Durch Anwendung einer elastischen Löschkammer ist es möglich, zu hohem Druck im Kammerraum zu begegnen.

Von den verschiedenen Ausführungsformen seien zwei Löschkammern betrachtet, die mit selbsterzeugter Ölströmung arbeiten. Abb. 1 zeigt den Schnitt einer in Amerika gebauten Strömungslöschkammer; bei ihr liegen zwei Unterbrechungsstellen in Reihe. Zu Beginn des Ausschaltvorganges wird die Unterbrechungsstelle *a* geöffnet. Der an dieser Stelle entstehende Lichtbogen bringt Öl zum Verdampfen; infolge des Gasdruckes wird das Öl unter Druck gesetzt und so geleitet, daß an der zweiten Unterbrechungsstelle *b* eine starke Ölströmung auftritt. Diese Ausführungsart scheint vorwiegend bei Ölschaltern der früher

[1]) Siemens-Z. 13 (1933) S. 313.
[2]) Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 113.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 984; 57 (1936) S. 14. — Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 18. — Energia elettr. 12 (1935) S. 195.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 258. — Sachsenwerk-Mitt. 1 (1935) S. 21.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 1208. — Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 416.

gebräuchlichen Bauweise Anwendung gefunden zu haben, da man heute beim gleichen Hersteller für höchste Spannungen ölarme Schalter mit fremderzeugter Ölströmung[6]) findet.

Während bei der Löchkammer der Abb. 1 die Ölströmung durch Hinzuschalten einer zweiten Unterbrechungsstelle gewonnen wurde, besitzt die gleichfalls mit selbsterzeugter Ölströmung arbeitende Löschkammer der Abb. 2 einen als Differentialkolben ausgebildeten Einsatz. Diese Strömungslöschkammer wurde zur Erhöhung des Schaltvermögens älterer Ölschalter[7]) benutzt und hat sich gut bewährt. Das bei der Trennung der Schaltstücke infolge Verdampfung von Öl sich bildende Gas drückt den Einsatz *a* nach oben und dadurch die Ölmenge *b* am Schaltstift vorbei entgegen dessen Bewegungsrichtung durch die Öffnung im Boden des Einsatzes. Um dem strömenden Öl ungehinderten Zutritt zum Lichtbogenfußpunkt zu verschaffen, ist der Schaltstift durchbohrt. Durch die Bohrung *c* werden die Ölgase aus dem Lichtbogenraum fortgeschafft. Die Strömungslöschkammer ist noch dadurch elastisch gemacht, daß am unteren Umfang sich eine Anzahl von Ventilen *d* befindet, die den Druck innerhalb der Löschkammer nicht über ein bestimmtes Maß ansteigen lassen.

Abb. 4. Druckausgleichschalter Reihe 20, 600 A.

a Strömungslöschkammer *b* Lufttrennstrecke

Abb. 5. Druckausgleichschalter für 100 kV mit besonderer Lufttrennstrecke.

Diese Strömungslöschkammer dient als Hauptteil für den als Druckausgleichschalter bezeichneten ölarmen Schalter (Abb. 3) der Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M. Der untere Isolator eines jeden Poles ist als Ölbehälter ausgebildet und enthält eine Löschkammer *a*. Die erforderliche Ölmenge ist gering. Am Boden jedes Ölbehälters ist noch ein Bruchglied *b* angeordnet, durch das der Ölinhalt bei einem etwa durch Hemmung des Antriebes hervorgerufenen Versager unbeschadet nach unten abströmen kann. Da der Druck im Ölbehälter bei allen vorkommenden Kurzschlußschaltungen nur ganz geringe Werte erreicht, kann das Bruchglied so ausgebildet werden, daß es schon bei verhältnismäßig kleinem Druckanstieg nachgibt.

Abb. 6. Druckausgleichschalter Reihe 60, 600 A.

Eine Ansicht des im Schnitt gezeigten Druckausgleichschalters, jedoch für Reihe 20, gibt Abb. 4. Da die Schaltgeschwindigkeiten sich in mäßigen Grenzen halten, genügt es, Antriebe ähnlicher Art zu verwenden, wie sie bei Ölschaltern üblich waren. Der Schalter erhält im allgemeinen einen direkt wirkenden Gleichstrom- oder Drehstrom-Motorantrieb. Falls weder Gleich- noch Drehstromniederspannung vor Einschalten des Schalters vorhanden ist, kann das Schaltgerät auch mit Startermotor, der aus einer Batterie gespeist wird, geschaltet werden.

Abb. 7. Druckausgleichschalter Reihe 20, 4000 A.

Die Druckausgleichschalter für höhere Spannungen sind ebenfalls mit ähnlich ausgebildeten Strömungslöschkammern als Hauptbauteil ausgerüstet. In Abb. 5 ist im Schnitt der Aufbau eines 100 kV-Schalters mit beson-

[6]) ETZ 56 (1935) S. 766.
[7]) ETZ 56 (1935) S. 639.

derer Lufttrennstrecke b dargestellt. Abb. 6 zeigt eine Ansicht der Pole eines Druckausgleichschalters für 60 kV ohne Lufttrennstrecke. Für höhere Stromstärken, und zwar von 2000 A ab, besitzt der Druckausgleichschalter (Abb. 7) einen Paralleltrennschalter mit Unterbrechung in Luft, der beim Einschalten zwangsläufig nach den unter Öl liegenden Schaltstücken geschlossen und beim Ausschalten vor diesen geöffnet wird.

Mit Druckausgleichschaltern wurden sowohl bei Versuchen im Hochleistungsprüffeld als auch in Betriebsnetzen mit 50 Hz Drehstrom und $16\frac{2}{3}$ Hz Einphasenwechselstrom bei Verwendungsspannungen bis 110 kV herauf günstigste Ergebnisse erzielt. Die Lichtbogendauer der erstlöschenden Phase ist in den meisten Fällen, auch bei $16\frac{2}{3}$ Hz, kleiner als eine Halbwelle; nur bei höheren Spannungen betrug sie etwas mehr. Die Lichtbogenlänge wurde zu etwa 10 bis 20 mm bei mittlerer Hochspannung und zu etwa 30 bis 40 mm bei höchsten Spannungen und vollem Ausschaltstrom ermittelt. — Diese Druckausgleichschalter sind das Ergebnis von Versuchen in der Hochleistungsprüfanlage und haben den Beweis erbracht, daß die planmäßige Erforschung der Strömungsvorgänge[8]) zu brauchbaren Lösungen im Leistungsschalterbau führt.

[8]) ETZ 55 (1934) S. 211.

Die elektrische Ausrüstung eines neuzeitlichen Gummiwalzwerkes.

Von Dipl.-Ing. **Friedrich Grünwald**, Berlin.

621. 34 : 678. 05

In der Gummiindustrie sind für den Arbeitsgang bei der Verarbeitung von Rohkautschuk und in besonderem Maße in jetziger Zeit von Regenerat und synthetischem Kautschuk bis zum Fertigerzeugnis eine große Anzahl von Arbeitsmaschinen erforderlich, die antriebstechnisch besondere Bedingungen stellen, deren Erfüllung für den Antriebsfachmann ein dankbares Arbeitsfeld bietet. Zwangsläufig mit der fortschreitenden Entwicklung der Arbeitsmaschinen selbst ergibt sich, daß auch der Antrieb, um der Forderung nach Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden, nach jeder Richtung hin zweckentsprechend ausgebildet wird.

Ein außerordentlich wichtiges Glied in der langen Reihe von Maschinen für die Gummiherstellung ist das Gummiwalzwerk, wie es in Abb. 1 dargestellt ist. Auf diesem wird der Rohkautschuk weichgemacht und mit den sog. Füllstoffen gemischt, d. h. hier wird der Rohkautschuk mit anderen Stoffen zusammengesetzt, die für die späteren Eigenschaften des Handelsfabrikates von maßgeblicher Bedeutung sind. Der Arbeitsvorgang ist der, daß auf zwei waagerecht gelagerte Walzen, die mit ungleicher Drehzahl laufen, der Kautschuk und die Zusatzstoffe in bestimmten, vom Chemiker angegebenen Mengen aufgegeben werden und durch gemeinsames Hineinziehen in den etwa 2 bis 10 mm veränderlichen Walzenspalt infolge der Reibung der Walzen durchgemischt werden. Durch häufiges Abschneiden des an der vorderen Walze klebenden Gemisches und das Wiedereinbringen in den Spalt werden alle Teile innig durchmischt. Dieser Vorgang muß in ganz genau festgelegten Zeiten ablaufen, wobei außerdem die Reihenfolge der Aufgabe der Einzelstoffe einzuhalten ist, mit Rücksicht auf etwaige chemische Veränderungen während des Mischvorganges.

Abb. 1. Neuzeitliches Gummiwalzwerk mit Druckknopfsteuerung und motorischer Walzenanstellung sowie Sicherheitsschaltung.

Abb. 2. Gummimischwalzwerk in der Werkmontage mit Hauptantrieb sowie Walzenanstell- und Notschaltungsmotor.

Wie in allen anderen Industrien, hat sich auch in der Gummiindustrie der motorische Einzelantrieb mit der Zeit durchgesetzt, um den Antriebsmotor möglichst den Anforderungen durch die Maschine anzupassen. So wurde hier ein Drehstrommotor für 95 PS mit Schleifringanker, 500 V, 50 Hz, für selbsttätigen Anlauf bei Druckknopfbetätigung vorgesehen. Der Motor ist auf Abb. 2, die das gleiche Walzwerk im Aufbau darstellt, rechts hinten zu erkennen. Den besonderen Platzbedürfnissen am späteren Aufstellungsort Rechnung tragend, wurde eine Unterfluranordnung gewählt, wobei jedoch trotzdem eine leichte Ausbaumöglichkeit für den Motor vorgesehen wurde. Obwohl bei Motoren für die Gummiindustrie offene Bauarten ohne weiteres verwendet werden können, da der Staub in den Räumen, in denen Gummi verarbeitet wird, für Motor und Wicklung unschädlich ist — abgesehen von der Aufstellung von Hochspannungsmotoren in rußstaubhaltigen Räumen, wo Rußablagerungen auf den Wicklungen durch elektrostatische Aufladungen Durchschläge verursachen können —, wurde hier auf besonderen Wunsch eine ventiliert geschlossene Bauart für selbsttätige Frischluftansaugung aus einem Keller vorgesehen. Da die Anlaufbedingungen bei derartigen Walzwerken als schwer bezeichnet werden müssen, wurde der Anlauf für 1,5faches Nennmoment bemessen. Dies kann erforderlich sein, wenn einmal durch besondere Umstände der Antrieb unter Last herausfällt, die auf den Walzen befindliche Mischung abkühlt und unter diesen Bedingungen wieder angefahren werden muß. Durch die weiter unten geschilderte elek-

tromotorische Walzenverstellung läßt sich jedoch dieser den Anlauf erschwerende Umstand vermeiden. Mit dem durch Druckknöpfe betätigten Hauptantrieb wäre an und für sich die Antriebsfrage gelöst. Es ist jedoch noch weitergehend der Eigenart des Betriebes eines solchen Walzwerkes Rechnung getragen worden durch die für ein Gummiwalzwerk erstmalig ausgeführte elektromotorische Verstellmöglichkeit des Walzenspaltes. Um eine einwandfreie Mischung zu erzielen, ist es häufig notwendig, entsprechend den Vorschriften zu bestimmten Zeiten während des Mischens den Walzenspalt mit Hilfe von links und rechts an den Walzenständern angebrachten Verstellspindeln zu verändern. Bisher wurde das von Hand gemacht und war, da die Spindeldrücke bei beschickten Walzen außerordentlich groß werden können — je nach Größe des Walzwerkes bis zu 160 t je Spindel — nur bei leerlaufenden Walzen möglich. Der Gummi mußte also zu diesem Zweck vorher von den laufenden Walzen heruntergeschnitten werden. Bei dem abgebildeten Walzwerk wurde dieses zeitraubende und daher produktionsmindernde Verfahren durch die elektromotorische Spaltverstellung ersetzt. Der gemeinsame Verstellmotor für beide Spindeln befindet sich ebenfalls unter Flur zwischen den beiden Walzenständern und verstellt bei Betätigung der Druckknöpfe „Öffnen" oder „Schließen" über entsprechende Übersetzungsglieder die Spindeln und damit den Walzenspalt. Durch Zusammenarbeit mit dem Hersteller des Walzwerkes und Messungen war es möglich, das Anzugsmoment des Kurzschlußankermotors für unmittelbare Einschaltung so auszulegen, daß bei belasteten Walzen eine Anstellgenauigkeit von ⅓ mm erzielt wird, die für die vorliegenden Verhältnisse vollkommen ausreicht. Diese Einrichtung ist außerordentlich zweckmäßig, bedeutet eine große Zeitersparnis und zieht damit eine Erzeugungssteigerung des Walzwerkes nach sich.

Da nun durch die Betriebs- und Bedienungsweise eines solchen Walzwerkes für den Arbeiter die Gefahr besteht, daß er mit seinen Händen bei Unvorsichtigkeit oder durch unglückliche Umstände in den Walzenspalt mit hineingezogen werden kann, ist unbedingt eine weitgehende Sicherheitsmaßnahme erforderlich. Wenn auch Unfälle dieser Art nicht vermieden werden können, so kann doch Vorsorge getroffen werden, daß die Folgen auf ein möglichst geringes Maß beschränkt werden. Dazu ist erforderlich, in Gefahrfällen schnellstens stillzusetzen und Mittel anzuwenden, den Arbeiter aus seiner Zwangslage zu befreien. Hier wurde eine neuartige Sicherheitseinrichtung mit Hilfe einer elektrischen Steuerung angewendet, die sich ebenfalls als besonders zweckmäßig erwiesen hat. Im Gefahrfall wird durch Betätigung des quer über die Walzen laufenden Sicherheitsgestänges oder eines Hand- oder Fußdruckknopfes der Hauptmotor selbsttätig abgebremst und gleichzeitig ebenfalls selbsttätig die Öffnung des Walzenspaltes auf sein größtes Maß eingeleitet. Damit ist die Befreiung des Arbeiters schnell möglich. Der Verstellmotor mußte zu diesem Zweck so bemessen werden, daß er gegen das größte überhaupt mögliche Moment an den Spindeln anfahren kann. Erwähnt sei noch, daß die richtige Auslegung des Verstellmotors abhängig ist von der zwischen Motor und Verstellspindel gewählten Übersetzung sowie den Wirkungsgraden der Übersetzungsglieder und der Verstellgeschwindigkeit.

Ist eine elektromotorische Verstellung vorgesehen, so können für den Hauptmotor die Anfahrbedingungen nach etwaigem Ausfall unter Last vereinfacht werden. Vor dem Wiederanfahren des Antriebes genügt ein Öffnen des Walzenspaltes mit Hilfe des Verstellmotors, wodurch für den Hauptmotor ein dem Leeranlauf ähnlicher Anlaßzustand geschaffen werden kann. Nach dem Hochfahren des Hauptantriebes kann der Spalt allmählich wieder durch Druckknopfbetätigung zugefahren werden.

Diese Möglichkeit läßt, einen Schritt weitergehend, die Frage der Verwendung eines Kurzschlußankermotors als Hauptantrieb auftauchen entweder für unmittelbare Einschaltung aufs Netz — falls es die Netzverhältnisse zulassen — oder mit Sterndreieckschalter. Auf diese Weise können die Mehrkosten für die elektromotorische Walzenverstellung durch Fortfall des Schleifringankers beim Hauptmotor und unter Umständen des Sterndreieckschalters wenn nicht aufgehoben, so doch mindestens zum Teil gedeckt werden.

Abb. 3. Programmreglerschrank mit Arbeitsfolge- und Zeitgebereinrichtung.

Wie eingangs erwähnt, ist die Aufgabe der Zusatzstoffe sowohl in der Reihenfolge als auch in den zeitlichen Abständen genau vorgeschrieben. Der Arbeiter muß sich also genau nach dem ihm gestellten Zeitplan richten. Geschah dies früher an Hand einer gedruckten Tafel unter gleichzeitiger Beobachtung einer im Walzenraum vorhandenen Uhr, so wurde zur Erleichterung und genaueren Einhaltung der Bedingungen ein selbsttätiger elektrischer Programm- und Zeitgeber entwickelt, wie er in Abb. 3 dargestellt ist. Diese Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem staubdichten Gehäuse, in dem eine den einzelnen Arbeitsabschnitten entsprechende Anzahl von Sichtscheiben angeordnet ist. Hinter jeder Scheibe befindet sich eine Glühlampe. Diese Lampen leuchten nacheinander in vorher festgelegten Zeitabschnitten auf und weisen durch die jeweils beleuchtete Beschriftung auf der Scheibe den Arbeiter an, welche Handlungen vorzunehmen sind. Durch das in den vorgeschriebenen Zeitabschnitten selbsttätig erscheinende Lichtsignal wird der Arbeiter aufmerksam gemacht, so daß er, ohne sich um den Zeitverlauf selbst zu kümmern, in den richtigen Zeitabständen die richtige Handlung gemäß Vorschrift ausführen kann. Nach der Abwicklung eines Programms setzt sich die Einrichtung von selbst still. Der Regler wurde als Universalgerät ausgeführt, so daß durch einfaches Auswechseln der Sichtscheibe und der Zeitgeberwalze gegen eine andere eine neue Arbeitsabwicklung eingestellt wird. Man hat also hier die Möglichkeit, jede gewünschte Programmzusammenstellung zu erzielen.

Dieses Beispiel möge dazu beitragen, die Vielseitigkeit der Anwendung elektrischer Einrichtungen für Antriebe von Arbeitsmaschinen aufzuzeigen. Es kann sogar behauptet werden, daß gewisse Antriebsfragen oftmals überhaupt nur mit elektrischen Mitteln zweckmäßig gelöst werden können.

Drehstrom-Nebenschlußmotor und Arbeitsmaschine.

Von Dipl.-Ing. **W. E. Baltz**, Mannheim.

621. 313. 362 : 621. 34

Die Nachkriegszeit brachte für Deutschland auf vielen Gebieten der industriellen Erzeugung Veränderungen oft gewaltigen Ausmaßes. Hierbei hat die Elektrotechnik das Energieproblem in seinen drei Untergruppen, nämlich der Energieerzeugung, der Energieverteilung und der Energieverwertung sehr weitgehend gefördert.

Was die Energieverwertung betrifft, so behaupten wir nicht zuviel, wenn wir der Elektrotechnik das Urheberrecht an einer vollkommenen Umgestaltung des Bildes der Werkstatt zuerkennen. Hier löst nämlich der elektrische Einzelantrieb die Arbeitsmaschine aus ihrer starren Gebundenheit an die Transmissionswelle, fügt sie in den reibungslos dahinströmenden Fluß der Fertigung ein und gibt ihr so ein Eigenleben gesteigerter Intensität. Eine solche Elektro-Arbeitsmaschine verdankt ihre kennzeichnenden Eigenschaften deshalb der Elektrotechnik, weil die von dieser hergestellten Antriebe besonders wegen ihrer Regelfähigkeit eine unübertroffen einfache Anpassung der Maschine an die Eigenschaften des Werkstückes und die Eigentümlichkeiten des Arbeitsvorganges ermöglichen.

Im Laufe der Zeit setzte sich der Drehstrom infolge seiner hervorragenden Übertragungsfähigkeit auf weite Strecken und infolge des ihm eigentümlichen Drehstrom-Kurzschlußmotors als Antriebsmittel in Werkstätten immer mehr durch. Das Bedürfnis nach einem Drehstromregelantrieb für Arbeitsmaschinen fand dann seine Lösung durch die Schaffung von Drehstrom-Nebenschlußmotoren verschiedener Bauart, von denen dem läufergespeisten Motor, System Schrage (Abb. 1), besondere Bedeutung zukommt. Dieses deshalb, weil es nur der vorgenannten Maschine eigentümlich ist, daß ihre Drehzahl allein durch Bürstenverschiebung geregelt wird, ohne daß irgendwelche Zusatzgeräte, wie Drehtransformatoren, erforderlich sind. Ein solcher Drehstrom-Nebenschlußmotor hat dabei den Vorteil, daß er bei allen Bürstenstellungen ausgesprochenes Nebenschlußverhalten zeigt und daß seine Drehzahl von Spannungsschwankungen des speisenden Drehstromnetzes weitgehend unabhängig ist. Das zweite hat insbesondere in solchen Anlagen Bedeutung, die von einem fremden Netz gespeist werden und bei denen keine besonderen Geräte für selbsttätige Spannungsregelung vorhanden sind.

Abb. 1. Läufergespeister Drehstrom-Nebenschlußmotor System Schrage.

Der Drehstrom-Nebenschlußmotor hat im Laufe der Jahre in den Werkstätten aller Industriezweige Eingang gefunden, weil er neben den vorgenannten vorteilhaften Eigenschaften eine vollkommen stufenlose Drehzahlregelung ermöglicht. Für eine Arbeitsmaschine muß eine solche Steuerung grundsätzlich deshalb gefordert werden, weil so, wie sich die Eigenschaften der Werkstücke und die sonstigen Bedingungen des Arbeitsablaufes stufenlos ändern können, auch die erzielbare Drehzahlregelung stufenlos sein muß. Wir sehen so den Drehstrom-Nebenschlußmotor in der Textilindustrie z. B. als Antrieb der durch Spinnregler gesteuerten Ringspinnmaschinen (Abb. 2[1]), weiter z. B. als Antrieb eines Papierkalanders in Gummifabriken an Gummikalandern und in einer großen Anzahl anderer Anwendungsgebiete. Wir sehen den Drehstrom-Nebenschlußmotor überall dort, wo es sich darum handelt, die Drehzahl einer Arbeitsmaschine mit einfachsten Mitteln entweder unmittelbar von Hand am Motor bzw. mit mechanischer Fernsteuerung oder mit elektrischer Fernsteuerung stufenlos auf einen Sollwert einzustellen. Auch in Metallbearbeitungswerkstätten ist der Drehstrom-Nebenschlußmotor wertvoll, z. B. zum Antrieb von Drehbänken (Abb. 3). Der Verfasser hat schon vor Jahren[2]) auf die Zweckmäßigkeit des Drehstrom-Nebenschlußmotors zum Antrieb solcher Arbeitsmaschinen hingewiesen, und es sei nicht versäumt, diesen Hinweis auch an dieser Stelle zu wiederholen.

Abb. 2. Ringspinnmaschinen.

Abb. 3. Von Drehstrom-Nebenschlußmotor angetriebene Drehbank.

[1]) Die gezeigten Antriebe wurden von Brown, Boveri & Cie., Mannheim, ausgeführt.

[2]) W. E. Baltz, Maschinenbau 1936, Sonderheft „Zerspanung", S. 12; Maschinenkonstrukteur (1927) S. 258; Werkzeugmasch. 31 (1927) S. 513.

Vollselbsttätige Stumpfschweißmaschinen.

Von Dr.-Ing. H. Wilbert VDE, Berlin.

621. 367 : 621. 791

Aufbau und Steuerung einer Stumpfschweißmaschine sind abhängig von der Art derWerkstücke, die geschweißt werden sollen. In der Hauptsache kommen hierfür in Frage entweder stabförmige, plattenförmige oder aus geformten Blechen bestehende Körper. „Universal"-Stumpfschweißmaschinen, die sich für alle Zwecke eignen, gibt es nicht, im Gegenteil, das Werkstück prägt jeder Stumpfschweißmaschine in zweierlei Hinsicht seinen Stempel auf, und zwar der Einspannvorrichtung und des Schweißvorganges selbst.

Abb. 1. Selbsttätige Stumpfschweißmaschine, vorwiegend zum Schweißen von Eisenbahnschienen.

Wieweit Stumpfschweißmaschinen in diesen beiden Punkten und damit in ihrem ganzen Wesen voneinander abweichen können, sei an zwei Ausführungen der SSW gezeigt. Es handelt sich um zwei selbsttätig gesteuerte Maschinen, von denen die eine stabförmige Körper, die andere aus geformten Blechen bestehende Werkstücke zu verbinden hat. Die erste Maschine, Abb. 1, schweißt in der Hauptsache Eisenbahnschienen aneinander, sei es, um abgenutzte Stellen kleiner Länge zu größeren Einheiten zusammenzufügen und weiterverwenden zu können, sei es, um neue Schienen, die das Walzwerk nicht in der heute verlegbaren Länge auswalzen kann, auf diese Länge zu bringen. Derartige Werkstücke bedingen große Einspanndrücke und kräftige Halteglieder. Daher besitzt die Maschine schraubstockartige, senkrecht angeordnete Einspannvorrichtungen mit elektrischen Antrieben. Diese werden durch Fußtrittschalter gesteuert, so daß die Hände für die Führung des Werkstückes beim Ein- und Ausspannen frei bleiben.

Der Schweißvorgang wird bei solchen Werkstücken mit großen, zusammengedrängten Querschnitten in drei Stufen abgewickelt. Beim Vorwärmen wird der Stromkreis an der Schweißstelle durch Hin- und Herbewegen des Schlittens der Maschine mehrmals geöffnet und geschlossen und beim Abbrennen ohne feste Berührung der Werkstücke aufrechterhalten, bis schließlich die genügend erhitzten Teile kräftig zusammengestaucht werden. Um diese Einzelvorgänge selbsttätig durchführen zu können, d. h. daß der Schweißer nach dem Einspannen der Werkstücke nur noch auf einen Druckknopf zu drücken hat, ist der Schlitten mit zwei elektrischen Antrieben ausgerüstet, von denen der eine beim Vorwärmen und Abbrennen, der andere beim Stauchen arbeitet. Die Antriebe werden von Relais gesteuert, die auf elektrische Größen des Schweißstromkreises ansprechen, um bei einer bestimmten Temperatur an der Schweißstelle vom Vorwärmen zum Abbrennen überzugehen und nach einer bestimmten Abbrandlänge die Werkstücke zusammenstauchen zu lassen. Man spricht daher in diesem Falle von relaisgesteuerten selbsttätigen Stumpfschweißmaschinen.

Grundverschieden davon in Aufbau und Arbeitsweise ist die andere selbttätige Stumpfschweißmaschine, Abb. 2. Sie hat die Aufgabe, z. B. Henkel an Töpfe, Deckel, Pfannen u. dgl. anzuschweißen, kann aber auch für andere ähnlich geartete Werkstücke verwandt werden, z. B. um auf jeder Seite eines Mittelstückes einen gekröpften Hebel gleichzeitig anzuschweißen. Es handelt sich insofern also um eine Mehrfach-Stumpfschweißmaschine, die nicht nur an einer, sondern an zwei oder vier Stellen gleichzeitig stumpfschweißen kann. Als Einspannvorrichtung dienen in diesem Falle Hebelanordnungen, die zweckmäßigerweise durch Preßluft gesteuert werden, Abb. 3.

Abb. 2. Selbsttätige Mehrfach-Stumpfschweißmaschine

Abb. 3. Einspannvorrichtung der Maschine Abb. 2.

Der Schweißvorgang ist wesentlich einfacher als bei der relaisgesteuerten Maschine, weil bei kleinen oder langgedehnten Querschnitten nicht vorgewärmt zu werden braucht, vielmehr sofort aus dem kalten Zustand abgebrannt werden kann. Da beim Abbrennen und Stauchen der Schlitten nur in einer Richtung bewegt wird, läßt sich eine solche Maschine in einfacher Weise durch eine Kurvenscheibe steuern, die, von einem Motor angetrieben, den Schlitten mit dem eingespannten Werkstückteil vorschiebt. Solche Maschinen heißen daher kurvenscheibengesteuerte selbsttätige Stumpfschweißmaschinen.

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Elektromaschinenbau.

Im Motorenbau zeigten die letzten Jahre ein Bestreben zur Entwicklung von **Einheitsmotoren**-Reihen, also möglichst vielseitig verwendbaren Mustern, die dank der größeren Herstellungszahl billiger werden und anderseits zu besonders hoher Reife durchgebildet sind. So besitzen die Einheitsmotoren des Sachsenwerkes für die verschiedenen Stromarten gleiche Hauptabmessungen, so daß für jede Stromart die gleichen Montagebedingungen (gleiche Grundplatte und Bohrung der Kupplung) erzielt werden. Die Motoren werden als Drehstrom-, Gleichstrom-, Einphasen-Induktions-, Einphasen-Repulsions- und Universal-Motoren hergestellt.

Auch die Heemaf S.K.A.-Motorenwerk AG., Dortmund, zeigt eine Reihe ihrer neuen Kurzschlußanker- und S.K.A.-Motoren (Doppelnutanker). Ein 5 PS-Motor ist durchschnitten ausgestellt und läßt u. a. die sinnreiche Verkapselung der Kugellager, die Läuferwicklung aus Aluminium-Spritzguß und die mehrfache Nutenisolation erkennen.

Auch auf dem Gebiet der Kleinmotoren wurde Gutes geschaffen. Die Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie AG., Berlin, zeigt **Volluniversal-Kleinmotoren** von der kleinsten Leistung bis etwa 0,2 PS bei 3000 U/min. Der Motor kann durch einfache Umschaltung an 110, 160, 220 V Gleich- und Wechselstrom angeschlossen werden (Abb. 1), wobei der große Vorteil besteht, daß das Netz immer an ein und derselben Klemme angeschlossen wird. Auf die verschiedenen Spannungen wird auf einer am Motor oder an irgendeiner anderen beliebigen Stelle angebrachten Schaltleiste umgeschaltet.

Abb. 1. Volluniversal-Kleinmotor.

Abb. 2. Universal-Motor.

Widerstände oder sonstige Nebengeräte sind nicht erforderlich. Bei den vom Sachsenwerk, Licht- und Kraft-AG., Niedersedlitz-Dresden, gezeigten verschiedenartigen **Universal-Motoren** (Abb. 2) sind besonders die vielfachen Vorrichtungen zur Konstanthaltung der Drehzahl zu erwähnen. Wegen ihrer Hauptstrom-Kennlinie neigen die Universalmotoren dazu, die Drehzahl bei verschiedenen Belastungen oder bei wechselweisem Anschluß an Gleich- oder Einphasenstrom stark zu ändern. Um derartige Drehzahländerungen zu vermeiden, werden vom Sachsenwerk Universalmotoren mit angezapften Feldwicklungen, Ankerparallelwiderständen, Fliehkraftbremsen und Kontaktreglern hergestellt. Motoren dieser Ausführung sind hauptsächlich zum Antrieb von Büromaschinen bestimmt.

Neben den oben besprochenen Einheitsmotoren zeigt die Messe Sonderbauarten in den vielfältigsten Ausführungen, die der anzutreibenden Maschine elektrisch und mechanisch möglichst vollkommen angepaßt sind. Die Himmelwerk AG., Tübingen, bringt eine Auswahl von **Sondermotoren** mit geschweißtem Stahlmantel, z. B. den elektrischen Antrieb für den Spindelstockkasten von Werkzeugmaschinen, Drehbänken usw. mit Anbaumotoren ohne Welle, dafür mit das Ankerblechpaket tragender Aufsteckbüchse (Abb. 3). Neben Motoren in üblichen Ausführungsarten (Fuß-, Flansch-, Anbau-, Spannrollen-Motoren) werden Getriebemotoren gezeigt, zum erstenmal auch ein **Getriebemotor** für stufenlose Drehzahlregelung. Die Außenläufermotoren, eine Sonderheit des Himmelwerks, sind z. B. durch einen in einen Kamin für die Absaugung von Farbdämpfen oder dgl. eingebauten Motor vertreten, dessen umlaufendes Gehäuse mit Lüfterflügeln versehen ist (Abb. 4). Vorgeführt wird auch ein voll selbsttätig arbeitender **Zentrifugenmotor.** Er wird durch einen Druckknopf in Betrieb gesetzt, nach einer bestimmten Laufzeit durch ein Zeitschaltwerk für Gegenstrombremsung umgeschaltet und, wenn er zum Stillstand gelangt ist, durch einen in den Motor selbst eingebauten Schleppkontakt vom Netz getrennt. Für die Holzbearbeitung sind z. B. **Doppelläufer-Fräsmotoren** mit 3000/4500/4600 U/min im Anschluß an 50 Hz ausgestellt, die durch Bedienung eines einzigen Handrades mit sämtlichen Drehzahlen und in beiden Drehrichtungen betrieben werden können.

Abb. 3. Anbaumotor am Spindelstockkasten einer Drehbank.

Abb. 4. Außenläufermotor als Lüfter.

Die **Zentrifugenmotoren,** z. B. für Zuckerschleudern, müssen für hohe Anlauferwärmung bemessen werden, da die Anlaufzeit infolge der großen Schwungmasse des Kessels sehr lang ist. Die Specialfabrik elektrischer Maschinen vorm. Albert Ebert G. m. b. H., Dresden, bildet deshalb die eine Seite des Ankerkäfigs als Lüfter aus, der aus einem Werkstoff hohen Widerstandes besteht. In diesem Lüfter, der außerhalb

der Wickelköpfe läuft, entwickelt sich der Hauptteil der Anlaufwärme. Der Lüfter saugt die Kühlluft über die Wicklungen in kaltem Zustand an und wird durch die hindurchstreichende Luft kräftig gekühlt, während die erwärmte Luft unmittelbar nach außen befördert wird und die Wicklungen nicht berührt. Die Motoren können daher für unmittelbares Einschalten lediglich nach dem erforderlichen Drehmoment beim Anlaufen bemessen werden, ohne Rücksicht auf die Erwärmung.

Das Sachsenwerk, Niedersedlitz, baut die **Zentrifugenmotoren** als polumschaltbare Käfigmotoren mit zusätzlicher Lüftung (Abb. 5). Da der Motor während des Anlaufes die Zuckerschleuder dauernd beschleunigt, muß die Schleuder (mit Untenentleerung) während des Hochlaufens bei etwa 200 bis 250 U/min gefüllt werden. Das setzt aber eine gewisse Geschicklichkeit des Bedienenden voraus. Der polumschaltbare Käfigmotor bringt bei 24poliger Schaltung die Drehzahl der unmittelbar gekuppelten Schleuder zunächst auf 250 U/min (Fülldrehzahl), und nach der Füllung wird die Schleuder bei sechspoliger Schaltung auf die volle Drehzahl bis etwa 1000 U/min beschleunigt. Vorteilhaft wird der polumschaltbare Käfigmotor auch zum Abbremsen benutzt und bei höchster Drehzahl in der 24poligen Schaltung wieder ans Netz gelegt. Er läuft dann als übersynchroner Generator und bremst die Schleuder unter günstigsten Stromverhältnissen auf nahezu 250 U/min, wobei etwa 90 bis 95 % der bei höchster Drehzahl vorhandenen lebendigen Kraft elektrisch zurückgewonnen werden; der Rest wird hieraufin Gegenstromschaltung bis zum Stillstand vernichtet. Gesteuert wird durch Schützen entweder von Hand über Druckknöpfe oder selbsttätig.

Abb. 5. Polumschaltbarer Käfigmotor 250/1000 U/min zum Antrieb einer Pendel-Zuckerzentrifuge, Füllgewicht 500 kg, Chargenzahl 30 bis 40 je Stunde.

Bei den Motoren sei auch noch kurz der **Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr"** (Firma Knorr-Bremse AG., Berlin) gedacht, die dem echten, einfachen Kurzschlußmotor ein einwandfreies Anlaßverhalten verschafft[1]). Konstruktion und Herstellung der Gesamtapparatur sind inzwischen auf Massenfertigung abgestellt worden; Schaltgerät und Anlaßkupplung weisen weitgehend Fertigguß- bzw. Spritzgußteile auf. Ferner wird das Gehäuse der Anlaßkupplung aus Stahlblech gezogen bzw. gepreßt, so daß zugleich die auf die Motorwelle zu setzenden Teile besonders leicht werden. Die Anlaßkupplung ist nicht nur in der äußeren Form einer Riemenscheibe erhältlich, sondern auch als Anlaßwellenkupplung für unmittelbare Kupplung des Motors mit Maschine oder Getriebe. Die Kupplung übernimmt hierbei sogar zugleich die Aufgabe einer elastischen Kupplung. Durch die neuartige Anwendung eines Wärmetransportbandes werden auch schwere Anläufe mit ungewöhnlicher Schalthäufigkeit beherrschbar. In Ausnutzung der besonderen Möglichkeiten, die das neue Anlaßverfahren bietet, ist u. a. auch eine selbsttätige Überwachung der höchstzulässigen Schalthäufigkeit entwickelt worden sowie neben Nullspannungs-Auslösung auch eine Einrichtung, die sofort ausschaltet, wenn ein Fehler (festgebranntes Lager, einphasige Speisung oder dgl.) den Anlauf unmöglich macht.

[1]) Vgl. das Messeheft des Vorjahres: ETZ 56 (1935) S. 250.

Von der Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, werden u. a. **Induktionsregler** gezeigt. Ihr Aufbau gleicht dem eines Schleifringmotors (Abb. 6). Da die Läuferwicklung gegenüber der Ständerwicklung durch Verdrehen sämtliche Lagen von 0 bis 180 ° elektr. annehmen kann, so kann man bei Einphasen-Induktionsreglern die Sekundärspannung der Größe nach ändern von + 100 über 0 bis — 100 %. Bei Drehstrom-Induktionsreglern ändert sich nur die Phasenlage gegenüber der Erregerspannung. Somit sind Einphasen-Induktionsregler für sich als Spannungsregler zu gebrauchen und können daher mit getrennten Wicklungen gebaut werden, während Drehstrom-Induktionsregler nur in Reihenschaltung mit dem Drehstromnetz eine Wirkung als Spannungsregler haben. Die kleineren Regler sind mit natürlicher, größere mit künstlicher Luftkühlung oder mit Ölkühlung versehen; Grenzspannung 500 V. Die Spannung wird mit Spindel und Mutter, entweder von Hand oder durch einen kleinen Antriebsmotor eingestellt.

Abb. 6. Induktionsregler.

Aus der Erkenntnis, daß die aus Faserstoffen hergestellte Isolation der Dynamodrähte nur eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzt und einen schlechten Füllfaktor ergibt, hat die Fabrik technischer Lacke Hermann Frenkel, Leipzig-Mölkau, das „Garantator-Plastik-**Imprägnierverfahren** ausgearbeitet, das auf der Anwendung kaltplastischer Isoliermassen beruht. Im Gegensatz zu Isolierlacken weisen diese Massen nur einen

a	Anker	*h*	Gewindespindel
b, c	zylindrisches Formstück	*i*	Prüföffnung für Masse-Austritt
d	Absperrschieber des Massebehälters	*k*	Schicht der plast. Masse
e	Massebehälter	*l*	Kolben im Massebehälter
f, g	Kurbel, Handrad		

Abb. 7. Imprägniermaschine für kleine Kommutatoranker.

geringen Prozentsatz Lösungs- und Verdünnungsmittel und eine bessere Wärmeleitfähigkeit auf. In Verbindung mit textillosen Emaildrähten (besserer Füllfaktor und Fortfall ausländischer Rohstoffe) lassen sich nach dem Frenkel-Verfahren Wicklungen an elektrischen Maschinen herstellen, die hinsichtlich Materialaufwand, Größe, Gewicht und Preis eine nennenswerte Leistungssteigerung ermöglichen. Bei umlaufenden Wicklungsträgern ergeben sich Vorteile hinsichtlich der Auswuchtung, der Herabsetzung des Luftreibungswiderstandes und der Geräusche.

Abb. 7 zeigt das Prinzip einer solchen Imprägniermaschine für Kommutatoranker. Die plastische Isoliermasse wird durch einen Profilkolben (*c*) so durch Wicklung und Nuten gedrückt, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind. Die mechanischen Arbeitsgänge können durch Druckluft oder Vakuum eingeleitet und beendet werden. Das Verfahren ist sinngemäß auch bei Ständerwicklungen anwendbar; die Leistung der Maschinen nach Abb. 7 beträgt etwa 300 Kleinanker je Schicht.

Einen **Einanker-Frequenzwandler** zeigt zum überhaupt erstenmal die Firma Dr. Max Levy G. m. b. H., Berlin N 65. Der Umformer ist z. B. zur Speisung von Motoren für Holzbearbeitung sowie der sog. Hochfrequenzwerkzeuge mit 150 Hz bestimmt. Gegenüber den bekannten Zweimaschinensätzen zeichnet er sich durch höheren Wirkungsgrad, geringeres Gewicht (fast die Hälfte) und geringere Kosten aus. Auch eine größere **Leistungswaage** (Pendeldynamo) zur Prüfung von Fahrzeugmotoren von 100 PS bei 800 bis 3000 U/min zeigt die Firma; die Maschine kann an ein Drehstromnetz angeschlossen werden und liefert die freiwerdende Bremsenergie unmittelbar in das Netz zurück. Zur besonders sparsamen und praktisch stufenlosen Beleuchtungsregelung (Saalverdunkelung) zeigt die Firma einen ferngesteuerten **Drehtransformator,** der die Regelung der Netzspannung von 0 bis zum Nennwert, also z. B. von 0 bis 220 V gestattet und trotzdem mit ±-Regelung arbeitet, was bisher nur bei Benutzung eines Hilfstransformators möglich war.

Hochspannungstechnik.

Völlig **selbstkühlende Umspanner,** welche ohne besondere Wartung arbeiten, werden heute bis zu bedeutenden Leistungen angewendet. Zur Abführung der Verlustwärme werden Rohrkessel bevorzugt, sie sind vakuumfest und bieten gefällige Formen.

Bei **Regelumspannern** baut das Sachsenwerk neuerdings aus betriebstechnischen Gründen das Regelschaltwerk in ein besonderes Ölgefäß ein, dessen Ölfüllung vom Hauptgefäß durch eine Wand aus Isolierstoff tropfdicht abgetrennt ist (Abb. 1). Diese Ausführungsform wird benutzt bei der Spannungsregelung größerer Leistungsumspanner im Wicklungs-Nullpunkt. Sie ermöglicht nach Öffnen der Verschlußdeckel betriebsmäßige Nachprüfungen des gesamten Regelschaltwerkes ohne zeitraubende Montagearbeit. — Die Baumaße der Großumspanner sind begrenzt durch das Eisenbahnprofil. Die Grenzleistung vollkommen selbstkühlender bahntransportfähiger Umspanner dürfte bei 100 kV Oberspannung in der Größenordnung von 15 bis 20 000 kVA liegen. Dabei ist es durch seitliche Anordnung der Durchführungen und des Nullpunkt-Schaltwerks sowie durch flache Ausbildung des Ölkonservators möglich, diese Leistung in fertig zusammengebautem Zustand auf Tiefladewagen zu erstellen. Solche fahrbaren Umspannwerke großer Leistung sind geeignet, in kürzester Zeit die Energieübertragung aufzunehmen.

Abb. 1. 12 000 kVA-Drehstrom-Leistungsumspanner, 103/15 kV (± 6 · 1,66%), mit selbstkühlendem Rohrkessel. Zur betriebsmäßigen Spannungsregelung dient ein Nullpunkt-Regelschaltwerk im seitlichen Gefäßanbau mit Öltrennung vom Hauptgefäß.

Die Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, hat in diesem Jahre eine technologische Neuheit vollendet: die Einbettung der Hochspannungswicklung von Transformatoren in Hartpapier. Es ist jetzt gelungen, alle Schwierigkeiten, die sich beim Wickeln und Backen früher gezeigt haben, zu überwinden. Diese **öllosen Hochspannungstransformatoren** mit Klotzwicklung (Abb. 2) haben dieselben guten Eigenschaften wie die Trockentransformatoren mit einlagiger Zylinderwicklung (Fischer-Wicklung). Natürlich ist die Abkühlung nicht so günstig wie bei den letzteren. Das macht aber bei kleinen Leistungen nichts aus, weil man in der Stärke des zu wickelnden Drahtes ohnehin nicht unter ein gewisses Maß heruntergehen kann. Außerdem ist das Kupfergewicht im ganzen sehr gering, und es kommt gar nicht darauf an, einen größeren Querschnitt zu nehmen und damit die Erwärmung herabzusetzen. Jedenfalls können derartige Transformatoren bequem bis zu Leistungen von 50 kVA, einschenkelig vorläufig bis 150 kV gebaut werden und sind in elektrischer und mechanischer Hinsicht unverwüstlich. Sie können verwendet werden für Röntgenzwecke, in Laboratorien usw. und als Betriebstransformatoren kleinerer Leistung und hoher Spannung. — Die Hochspannungs-Gesellschaft zeigt weiter noch **öllose Betriebstransformatoren** für Drehstrom, die sich durch geringere Verluste, große Betriebs- und Feuersicherheit vor den Öltransformatoren auszeichnen. Die Unterspannungswicklung wird mit Neptun-Asbestdraht ausgeführt, die Oberspannungswicklung als einphasige Zylinderwicklung mit Emailledraht. Diese Wicklung hat sich seit nunmehr 15 Jahren bei den Prüftransformatoren der Firma bewährt. Jeder einzelne Draht kommt dabei mit der Luft in Berührung, und die Abkühlung ist daher sehr günstig.

Abb. 2. Hochspannungs-Transformator mit Klotzwicklung.

Abb. 3 zeigt schematisch den **Täuberschutz** der Firma Alois Zettler, München 2 SO, einen Wärmedifferentialschutz für Öltransformatoren, der die Volumen- bzw. Druckänderungen des Öles im Transformator dauernd überwacht, Unregelmäßigkeiten signalisiert und den Trafo abschaltet, wenn der Druck sich rascher steigert, als der höchstzulässigen betrieblichen Überlastung entspricht[1]). Die Druckangaben sind nicht nur ein Maß für die Vorbelastung (mittlere Öltemperatur), sondern auch für die bei Belastungsänderungen stark wechselnde Übertemperatur der Wicklungen, so daß die Druckangaben zeigen, welche Belastbarkeitsreserve im Transformator vorhanden

[1]) Über den Einfluß unzulässiger Überlastungen auf die Lebensdauer von Transformatoren vgl. ETZ 56 (1935) S. 764.

ist. Volumenänderungen durch auftretende Fehler werden vom Täuberschutz mit großer Empfindlichkeit angezeigt. Die fortlaufende Aufzeichnung des Druckes bedeutet eine wertvolle Überwachungsmöglichkeit des Transformators und der Schutzeinrichtung selbst.

Abb. 3. Der „Täuberschutz" für Öltransformatoren.

Zur Verwendung an Regeltransformatoren hat die „H a b e g e" Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dresden, eine **kombinierte Schaltplatte** geschaffen, die Fehlschaltungen verhindert (Abb. 4). Um zu vermeiden, daß der Umgehungsschalter, welcher meist als Trennschalter ausgebildet ist, bei einer Regelungsstellung des Transformators wegen des damit verbundenen Stromstoßes eingelegt wird, besitzt die Schaltplatte elektrische Sperrmagnete, welche die Schaltfolge für Ein- oder Ausschalten dann frei geben, wenn der Transformator bzw. dessen Regelschalter auf der Durchgangsstellung steht, d. h. wenn vor und hinter dem Transformator gleiche Spannungsverhältnisse herrschen. Zwei Leuchtschriften kennzeichnen überdies den Betriebszustand des Regeltransformators.

Abb. 4. Schaltplatte für Regeltransformatoren.

Abb. 5 zeigt in Ansicht und Querschnitt, in wie günstiger Weise die Abmessungen gekapselter Geräte durch die neue Druckgasschalterform der A E G, Berlin, beeinflußt werden. Der hier dargestellte **Schaltwagen** ist für Spannungen bis 6 kV geeignet, der **Druckgasschalter** selbst gehört der Reihe 10 an. Der Schalter ist nur mit einem kleinen Windkessel ausgestattet, der die für eine Aus- und Einschaltung nötige Luftmenge faßt und zur dauernden Nachfüllung an eine gemeinschaftliche Druckluftererzeugungsanlage (7 bis 10 atü) angeschlossen sein muß. Trotz der geringen Abmessungen enthält das Schaltgerät eine Reihe von Meßinstrumenten. Der Schalter wird mit Hilfe der in der Frontplatte versenkt eingebauten Steuerventile von Hand gesteuert; auch elektrische Fernsteuerung ist ohne weiteres möglich. Die eingebauten Luftstromwandler haben eine Leistung von 15 VA in Klasse 1. Der vorhandene Platz reicht zum Einbau von drei Wandlern aus. Ebenso kann das versenkt eingebaute Überstromrelais bei gleicher Gehäusegröße mit zwei oder drei thermischen und magnetischen Auslösern versehen werden. Der Fünfschenkel-Spannungswandler ist über Hochleistungssicherungen an die Sammelschienenseite angeschlossen und mit seinen Sicherungen auf einem besonderen Eisenrahmen so angebracht, daß durch Drehen dieses Eisenrahmens um 180 ° der Anschluß des Wandlers an die Kabelseite verlegt werden kann. Der ganze Schaltwagen ist in eingefahrenem Zustand nach allen Seiten abgeschlossen, und die Sammelschienen werden mit Durchführungen mit denen der Nachbarzelle verbunden. Alle eingebauten Apparate sind öl- bzw. masselos, so daß dieses Schaltgerät sich für Anwendung in engen Räumen, in Kellern oder unter Tage besonders eignet.

Abb. 5. Schaltwagen mit Druckgasschalter.

Die Firma E. N e u m a n n, Hochspannungsapparate G. m. b. H., Berlin, hat einen neuen **Trennschalter** mit hoher elektrodynamischer und thermischer Festigkeit entwickelt (Abb. 6). Er besitzt ein aus zwei Flachschienen bestehendes, aber aus einem einzigen Stück mit der Wandstärke nur einer der beiden Flachschienen gebildetes sog. Profiltrennmesser. Der feststehende Massivkontakt hat eine heraustretende Riffelung erhalten, die in der Einschaltlage eine punkt- bzw. linienförmige Kontaktgabe gewährleistet (DRP.). Trotz der an den einzelnen Berührungsstellen auftretenden hohen spezifischen Stromdichten hat es sich gezeigt, daß derartige Kontaktsysteme auch in thermischer Hinsicht sehr gün-

Abb. 6. Trennschalter mit Profiltrennmesser.

stig sind. Elektrodynamisch bietet der Schalter dadurch Vorteile, daß durch Ausscheiden der bisher üblichen Kontaktfedern die Bildung ungünstiger Stromschleifen verhindert ist.

Die **ölarmen Druckausgleichschalter** von Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., werden für die gebräuchlichen Nennspannungen von 10 bis 100 kV und Nennströme bis 4000 A (bei Reihe 10 und 20) ausgeführt. Die Druckausgleichschalter besitzen als wesentlichsten Bauteil eine Strömungslöschkammer, in der sich unter dem Einfluß des Unterbrechungslichtbogens eine Ölströmung selbst erzeugt, durch die der Lichtbogenfußpunkt am Schaltstift sehr kräftig bespült wird. Der Druck gleicht sich innerhalb der Strömungslöschkammer aus. Auf der Messe werden Mittelleistungsschalter für Wandbefestigung (350 und 600 A, Reihe 10 und 20) für 100 bis 200 MVA gezeigt, ferner Hochleistungsschalter in sitzender Ausführung (Reihe 10 bis 30) für 250 bis 550 MVA. Voigt & Haeffner zeigen weiter einen **Hochleistungsschalter** mit säulenartigem Aufbau für 4000 A, Reihe 20, sowie für 600 A, Reihe 60; außerdem ist ein **Druckluftschalter** Reihe 10 für 1000 A mit neuartiger Steuerung für die Blasluft ausgestellt.

Abb. 7 zeigt einen dreipoligen, in eine Zelle eingebauten **Kompressionsschalter** der Calor-Emag, Duisburg. Dieser öllose Schalter verwendet Preßluft zur Lichtbogenlöschung, und zwar ist die Anordnung so getroffen, daß der Lichtbogenansatzpunkt an der bewegten Elektrode während des ganzen Schalthubes an der wirksamsten Stelle der Luftströmung steht. Trotz eines verhältnismäßig geringen Überdrucks werden hohe Schaltleistungen erzielt. Der Schalter wird zusammen mit Hochleistungssicherungen gebraucht (Abb. 7), die den Kurzschlußschutz übernehmen, während betriebsmäßig der Schalter schaltet. Der Kompressionsschalter kann (wie auch andere Schaltgeräte) mit einem neuartigen Antrieb versehen werden: Ein normaler Automobil-Startermotor in Verbindung mit einer ebenso normalen Starterbatterie bewirkt das Einschalten, ohne daß ein Federkraftspeicher verwendet zu werden braucht.

Abb. 7. Hochspannungszelle mit Kompressionsschalter und Hochleistungssicherungen.

Die in Hochspannungsnetzen vielfach verwendeten, meist dreipoligen Mastschalter sind nur für stromloses Schalten geeignet, was oft als Mangel empfunden wird,

Abb. 8. Mastölschalter, 25 kV, 350 A, mit eingebauten Auslösern.

wenn es sich darum handelt, bei Betriebsstörungen das stromlose Gebiet selbsttätig zu begrenzen. Für den erwähnten Zweck eignen sich die Freiluft-**Mastölschalter** mit Abschaltleistungen bis rd. 250 MVA, welche von der „Habege", Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dresden-N 23, für Spannungen bis 35 kV entwickelt wurden (Abb. 8). Die Schalter können an jeder beliebigen Netzstelle am Mast untergebracht werden. Die Mehrschirm-Durchführungen sind für die Verwendung im Freien gut geeignet, die Freiauslösung ist wetterfest gekapselt und der Antrieb vom Mastfuß aus leicht zu bedienen. Die Überstromzeitauslöser in zwei oder drei Phasen sind im Ölkessel untergebracht und von außen hinsichtlich Strom- und Zeiteinstellung regelbar. — Zur Schaltung von Hochspannungskondensatoren zeigt die gleiche Gesellschaft **Kondensator-Erdungsschalter** in Form von Ölschubtrennschaltern. Die Kondensatoren werden über besondere Vorstufenwiderstände eingeschaltet, die mit den löschkammerartigen Schaltgefäßen des Leistungsschalters zusammengebaut sind. Beim Ausschalten werden die Kondensatoren selbsttätig über besondere Zwischenwiderstände entladen derart, daß die Schaltstifte des Leistungsschalters in besondere Kontakte der Zwischenwiderstände eingreifen. Es ist auch möglich, diesen Vorgang von der Ausschaltbewegung unabhängig zu machen. Die selbsttätig wirkende Kombination hat den Vorteil, daß Fehlschaltungen zuverlässig vermieden werden.

Für kurze Kabelzweige von 3 bis 10 kV und bis zu 600 kVA ist die neue, von den Siemens-Schuckertwerken AG., Berlin, durchgebildete Bauform der **HH-Sicherungen** Type R 334 mit den dazugehörigen Trägern

H-H-Sicherung 10 kV, 60 A
9 kV_eff
185 A_eff
Schmelzzeit = 2,65 s
Lichtbogendauer 3 Halbwellen

Abb. 9. Abschaltvorgang an einer HH-Sicherung.

Type R 324 bestimmt. Bei der Durchbildung der Neukonstruktion konnten die Erfahrungen aus sechs Jahren ausgenutzt werden. Jede einzelne der neuen Röhren ist imstande, den für sie angegebenen Kurzschlußstrom bei der Nennspannung — d. h. im Drehstromnetz bei der verketteten Spannung — abzuschalten. Die Füllung besteht aus einem besonderen, nicht gasabgebenden, körnigen Stoff, der im Gegensatz zu Quarzsand bei Erwärmung bis zu den höchsten Temperaturen keine Treibwirkung zeigt, und der deshalb auch kein Zersprengen des Sicherungsrohres verursachen kann. Der Schmelzleiter ist so

Abb. 10. HH-Sicherung und Bedienungsstange.

ausgebildet, daß der Abschaltvorgang nicht mehr „gewaltsam" erzwungen wird, sondern „sanft" verläuft. Es ist also die wichtige Aufgabe gelöst, die besonders beim Abschalten mit nicht gasabgebenden Löschmitteln normalerweise auftretenden gefährlichen Überspannungsspitzen zu vermeiden. Die Sicherungsröhren enthalten eine größere Zahl parallel geschalteter Teilschmelzleiter. Nach eingehenden fertigungstechnischen Versuchen war es möglich, diese Teilschmelzleiter in Lockenform ohne jeden Träger in die Röhren einzubauen. Diese Bauweise

bringt besonders zwei Vorteile: 1. Die Schmelzleiter sind allseitig nur von Löschpulver umgeben; die Lichtbogendauer ist beim Abschalten kleiner Überströme am kürzesten (Abb. 9). 2. Die Teilschmelzleiter können über den Querschnitt so verteilt werden, daß sie sich gegenseitig wenig heizen; die Sicherung wird „träger". Die Ansicht der neuen Sicherung zeigt Abb. 10. Gleichzeitig ist die Bedienungsstange zum Austausch durchgebrannter Sicherungen dargestellt.

Überspannungen atmosphärischen Ursprungs verursachen in Stationen viele Schäden. Besonders gefährlich ist die Reflexion von Wanderwellen, die auch in Stationen mit mehreren abgehenden Leitungen bei offenem Leitungsschalter Zerstörungen zur Folge haben kann. Eine Lösung des Überspannungsproblems ergab sich erst durch die Verwendung des neuzeitlichen Überspannungsschutzes, wie er z. B. in Form der von den SSW entwickelten **Kathodenfallableiter** (Abb. 11) schon seit mehreren Jahren zur Verfügung steht. Die gute Schutzwirkung der Kathodenfallableiter wird durch die wirksame Spannungsbegrenzung auch dann erreicht, wenn große Ableiterströme abzuführen sind. Je 100 kV einfallende Überspannung entsprechen bei wirksamer Spannungsbegrenzung einem Ableiterstrom von etwa 400 A, woraus zu ersehen ist, daß nur solche Ableiter einen wirkungsvollen Schutz geben, die für die Aufnahme großer Ströme bemessen sind. Aus diesem Grunde haben die SSW das Widerstandsmaterial der Ableiterscheiben so verbessert, daß sie Stoßströme von 10 000 A und 20 μs Halbwertdauer ohne weiteres aufnehmen können. — Für den Normalbetrieb ist eine möglichst hochwertige innere Isolation eines Ableiters wichtig, deshalb verwenden die SSW eine Vorschaltfunkenstrecke, durch die im Innern des Ableiters ein sehr großer Kriechweg geschaffen wird. Die Verwendung der Vorschaltfunkenstrecke wird bei den Kathodenfallableitern ermöglicht durch die Zwischenschaltung von Gasentladungsstrecken zwischen den Ableiterplatten. Der in unzähligen parallelen Pfaden innerhalb des Widerstandsstoffes erfolgende Stromfluß setzt sich zwischen den Platten als glimmende Gasentladung fort. Hierdurch wird der nach dem Zusammenbruch der Überspannung über den Ableiter nachfließende normalfrequente Strom wesentlich kleiner als bei Ableitern ohne Zwischenschaltung von Gasentladungsstrecken. Die Größe des nachfließenden normalfrequenten Stromes bestimmt jedoch die Abmessungen der vorzuschaltenden Löschfunkenstrecke, die deshalb bei den Kathodenfallableitern besonders klein ausfällt. Durch die Ausführung der Vorfunkenstrecke mit geteilten Elektroden zündet der Ableiter beim Auflaufen von Überspannungen so frühzeitig, daß bei ungefähr der doppelten Nennspannung des Ableiters volle Schutzwirkung einsetzt.

Abb. 11. Kathodenfallableiter in einem Umspannwerk.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft AG., Berlin, zeigt neue **Überstromschutz-Relais**, die den durch die großen Kurzschlußleistungen der Netze gestiegenen Anforderungen angepaßt sind. Die geringe Leistungsaufnahme der neuen Relais ermöglicht die Verwendung kurzschlußfester Stromwandler auch mit kleinen Nennströmen. Kleine Eigenzeiten der Anregeglieder, verbunden mit möglichst geringem Streuband der Zeitwerke und kleinen Eigenzeiten neuzeitlicher Hochleistungsschalter, gestatten Staffelzeiten bis zu 0,5 s. Die Schaltleistung der Relais wurde so hoch gewählt, daß der zugehörige Leistungsschalter unmittelbar ohne Verwendung eines Hilfsrelais betätigt werden kann. Abb. 12 zeigt das dreipolige Überstrom-Zeitrelais, das hauptsächlich zum Schutze von Generatoren, Umspannern und Leitungen verwendet wird. Das Relais besteht aus zwei oder drei Überstrom-Anregegliedern (Dreh-anker) mit je einem Arbeitskontakt und einer Fallklappe sowie einem Ablaufglied (Feinzeitrelais), das stets mit Schleppzeiger und einem unverzögerten Vorkontakt neben dem Hauptkontakt ausgerüstet ist. Der Eigenverbrauch der Überstromglieder beträgt 2 VA, bezogen auf 5 A. Das Zeitglied kann mit drei verschiedenen Einstellbereichen geliefert werden (0 bis 3 bzw. 6 bzw. 12 s); Zuschaltleistung des Hauptkontaktes 2500 W (max. 25 A). Ferner wird ein Überstrom-Richtungsrelais ausgestellt. Das Richtungsrelais enthält zwei Überstrom-Anregeglieder, ein elektrodynamisches Richtungsglied (Ansprechleistung 1,5 VA) und ein eingebautes Hilfsrelais mit Fallklappe und zwei Arbeitskontakten (Zuschaltleistung 2000 W, max. 30 A).

Abb. 12. Unabhängiges Überstrom-Zeitrelais, dreipolig.

Auf dem Gebiet der Kondensatorentechnik hat Jaroslaw, Berlin-Weißensee, in letzter Zeit der Entwicklung von **Höchstspannungskondensatoren** mit Öl-Papier-Dielektrikum besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der-

Abb. 13. Glättungskondensator, 3000 $\mu\mu$F, für 1000 kV Gleichspannung.

artige Kondensatoren wurden vor allem für Laboratorien und Prüffelder hergestellt und dienen in Vervielfachungsschaltungen zur Erzielung der gewünschten hohen gleichgerichteten Spannung oder aber zur Glättung der Gleichspannung. Ähnlichen Zwecken dienen die Kondensatoren auch in Röntgenanlagen. Abb. 13 zeigt einen Glättungskondensator für eine betriebsmäßige Gleichspannung von 1000 kV. Die Kapazität dieses Kondensators, der eine Länge von etwa 3,8 m besitzt, beträgt etwa 3000 μμF. Dieser Kondensator kann in der gleichen Anlage auch für Stoßprüfungen benutzt werden und dient dann zur Verdoppelung der Spannung auf 2000 kV. Bei der Konstruktion ist besonderer Wert darauf gelegt, daß die Induktivität der Kondensatoren verschwindend klein ist, was besonders bei Verwendung für Stoßprüfungen sehr wichtig ist.

Niederspannungsgeräte.

Die Weiterentwicklung der Schaltgeräte für die Industrie und das Gewerbe ist von fast allen einschlägigen Firmen betrieben worden. Teilweise hat hier, wie auch auf anderen Gebieten, der deutsche Werkstoff „Isolierpreßmasse" die Konstruktionen wenigstens in ihrem Äußeren beeinflußt.

Bei einem neuen **Luftschütz** der Firma Calor-Emag, Duisburg, ist die in der Hochleistungsschalttechnik bekannte Tatsache, daß Kontakte mit kleinen Flächen aber mit großem Anpressungsdruck bei Vermeidung der Oxydation der Berührungsflächen besser sind als Großflächenkontakte, auf die Niederspannungsschalttechnik übertragen worden. Das neu herausgebrachte Luftschütz (Abb. 1) weist einen hohen Kontaktdruck auf. Trotz dieses hohen Kontaktdruckes werden die Magnete nicht überlastet. Der hohe Kontaktdruck aber verhindert die Oxydation.

Abb. 1. Luftschütz.

Ein **Luftschütz** für den Einbau in gekapselte Verteilungsanlagen entwickelte die Rheostat, Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden-N. 23. Die neue vollständig gekapselte Ausführung der Luftschütze, Bauart „Rheostat", mit Gußkopf und gußeisernem Anschlußkasten gestattet den Einbau in Verteilungsanlagen in gleicher Weise wie die bekannten handbetätigten Schaltgeräte. In dem Gußkopf des Schützes sind die Anschlußklemmen untergebracht, die einen bequemen und sauberen Anschluß der Zuleitungen ermöglichen. Es ist auch Raum für ein Motorschutzrelais, für die Betätigungsdruckknöpfe und für einen Strommesser vorhanden.

Für Kleinantriebe mit selbsttätiger Steuerung bzw. für Fernbetätigung, an die teilweise hohe Anforderungen in bezug auf Schalthäufigkeit gestellt werden, haben die Siemens-Schuckertwerke **kleine Luftschütze** K 919 (Abb. 2) für Wechselstrom und K 920 für Gleichstrom entwickelt. Die kleinste Type reicht für Leistungen bis 3,6 kW bei 380 V bzw. 5 kW bei 500 V, wobei auch Motoren dieser Leistung im festgebremsten Zustand leicht abgeschaltet werden können. Aus diesen Schützen lassen sich leicht alle Kombinationen für Drehrichtungswechsel sowie für die verschiedensten Anlaßarten (Sterndreieck-Polumschaltung usw.) zusammenstellen, die sich infolge der kleinen Schützabmessungen vorteilhaft an den Arbeitsmaschinen anbringen lassen.

Abb. 2. Luftschütz K 919.

Auch die Voigt & Haeffner AG. hat in systematischer Fortentwicklung einige Gerätereihen weiter ausgebaut. So wurde ein neues **Luftschütz** für 15 A, 500 V bzw. 1,8 kW bei 120 V und 7,5 kW bei 500 V 4polig mit Stahlblechschutzkappe geschaffen. Auf die leichte Auswechselbarkeit der Schaltstücke sowie der Magnetspule sei hingewiesen. Das Gerät wird verwendet als einfaches Schaltschütz sowie als Motorschutzschalter. Im letzteren Falle wird es mit einem ebenfalls neu entwickelten **Dreifach-Relais** ausgestattet. Diese besitzen Raumtemperaturkompensation. Ein in jedem Pol liegender mittelbar geheizter Bimetallstreifen wirkt auf einen gemeinsamen Unterbrechungskontakt. Letzterer kann als Sperrkontakt sowie als Ausschaltglied und durch Hinzufügen eines Gegenkontaktes auch als Einschaltglied verwendet werden. Das Relais nimmt infolge der gedrängten Bauart nur sehr wenig Raum in Anspruch. Es wurde daher auch zum Einbau in andere Schaltgeräte verwendet, so z. B. in die ganz neu konstruierten **Klein-Ölschütze** der Bauart WZOt für 15 und 25 A.

Die Firma F. Klöckner, Köln-Bayenthal, geht bei ihren Neukonstruktionen 1936 dazu über, einen großen Teil ihrer Geräte nur noch in **Isolierstoffkapselung** und nicht mehr in der früher üblichen Gußeisenkapselung zu liefern. Hierunter fallen Schütze bis 60 A einschließlich der zugehörigen Motorschutzschalter und Wendeschütze (nur bis 25 A), ferner Motorschaltkästen, bestehend aus Walzenschalter und Sicherungen für die gleiche Stromstärke. Für solche Konstruktionsteile, die besonders hoher Beanspruchung ausgesetzt sind, verwendet man Faserstoffmasse. Außerdem ist durch Anwendung von Doppelwänden noch weiterhin für hohe Festigkeit gesorgt. Ein typisches Beispiel der neuen Entwicklung zeigt Abb. 3. Sie stellt einen Schützenschalter für Ölfüllung dar. Die neue Form befindet sich in einem glatten 6seitigen Gehäuse. Jeder Stoß auf die Abdeckung wird auf die Wand übertragen und beansprucht keinerlei Verschraubungen auf Biegung. Alle wesentlichen Einzelteile, wie Schaltmagnetspule, Kontaktbrücke und dergl. sind an einem einzigen u-förmigen Flachmetallstück, das in der Kontaktplatte gelagert ist, befestigt. Die Führung dieses Flachmetallstückes in einem Kunstharzpreßstoffteil bei verhältnismäßig geringem Abstand der Flachmetallteile verhütet

Abb. 3. Isoliertgekapselter Schützenschalter für Ölfüllung.

Abb. 4. Ölschütz in seine Einzelteile zerlegt.

das Auftreten schädlicher Reibungen. In Fällen, bei denen der Kontaktverschleiß ausschlaggebend ist, lassen sich diese Ölschütze auch ohne Ölfüllung verwenden. Die Kontaktteile lassen sich mit wenigen Handgriffen gegen solche mit Silberauflage umwechseln. Die Abb. 4 zeigt ein neues Schütz, das, in seine Einzelteile zerlegt, aufgenommen wurde.

Ein neues **Ölschütz** hat die Firma Nostiz & Koch, Chemnitz, für einen Nennstrom von 15 A herausgebracht. Schraubenbefestigungen sind bei diesem vollkommen vermieden worden. Auch hinsichtlich der Verwendbarkeit für verschiedene Betriebsspannungen besteht eine wesentliche Vereinfachung, und zwar darin, daß der Zugmagnet zwei Wicklungen hat, welche in Parallelschaltung für Netzspannungen von 110 bis 120 V, dagegen in Reihenschaltung an 220 V verwendbar sind bzw. bei Drehstrom mit 380/220 V in Reihe zwischen Phase und Null mit 220 V. Erst für den Anschluß an 500 V muß eine besondere Magnetwicklung eingebaut werden. Dieses Ölschütz kann nach Zusatz von Thermo-Überstromauslösern als Motorschutzgerät verwendet werden.

Die Firma Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld, hat die Reihe der bekannten FANAL-Ölschütze, die von 15 bis 600 A hergestellt werden, erweitert durch **FANAL-Luftschütze** für besonders hohe Schalthäufigkeit, die auf dem Messestand in Betrieb vorgeführt werden. Durch neuartige konstruktive Maßnahmen konnten die Schlagwirkung und Geräuschbildung hoch beanspruchter Schütze wirkungsvoll verbessert werden, so daß der mechanische Verschleiß und Kontaktabbrand in einem bisher unerreichten Maße herabgesetzt wurden. Besonderes Interesse dürften die auf dem Messestand ausgestellten Kontaktstücke eines Hochleistungsschützes finden, das zum Schalten eines Schweißtransformators dient und bei 5000 Schaltungen stündlich insgesamt 8 Millionen Schaltungen mit 250 A bei 380 V ohne Kontakterneuerung ausgeführt hat. Die FANAL-Schütze und -Schaltgeräte werden außer in Isolierstoff- und Gußkapselung auch in schlagwettersicherer Ausführung mit druckfester Kapselung ausgeführt. In der Abb. 5 ist ein FANAL-Schütz mit Kontakten 4 × 25 A und 3 thermischen Überstromauslösern in 5 verschiedenen Kapselungsarten dargestellt.

Abb. 5. Verschiedene Kapselungsarten eines Schützes.

Zum Steuern größerer Anlagen mit mehreren Kühlstellen in der Kälteindustrie hat dieselbe Firma ein kleines **Kraftspeicherventil** entwickelt (Abb. 6), das durch Einfachheit und geringes Gewicht gekennzeichnet ist. Diese Ventile können auch mit zusätzlichen Hilfskontakten ausgerüstet werden, wenn weitere Stromkreise in Abhängigkeit von der Ventilsteuerung gesteuert werden.

Abb. 6. Isoliertgekapseltes Kraftspeicherventil (offen).

Durch Vereinfachung und Verbilligung hat der thermisch beeinflußte Motorschutz weitverbreitete Anwendung gefunden. Der dreipolige **Motorschutzschalter** Form H M B 130, Bauart „Rheostat" der „Rheostat" Specialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi, Dresden-N 23 (Abb. 7) ist ein von Hand betätigter Schalter mit doppelter Unterbrechung in jedem Pol und mit Freiauslösung. Die drei Bimetallauslöser können im Verhältnis 1 : 2 der Stromstärke eingestellt werden. Sie sind so angeordnet, daß jeder Auslöser für sich oder auch alle drei gemeinsam eine Ausschaltung des unter Federspannung stehenden Verklinkungsmechanismus bewirken können. Eine selbsttätige Wiedereinschaltung findet nicht statt; es muß nach erfolgter Auslösung vielmehr der Schalter von Hand wieder eingeschaltet werden. Als Form HMB 230 kann das Gerät zusätzlich mit magnetischer Überstromauslösung (Kurzschluß-Schnellauslösung) ausgeführt werden. Für die magnetische Auslösung dient der gleiche Verklinkungsmechanismus wie für die thermische. Das Gerät ist in einem starkwandigen, vollständig gedichteten Stahlblechgehäuse untergebracht. Die Kontaktauslöser und Verklinkungsteile sind auf einem Sockel aus keramischem Werkstoff montiert. Die Abmessungen sind sehr klein, so daß das Gerät sich zum Anbau an Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinen gut eignet.

Abb. 7. Motorschutzschalter H M B 130.

Die Firma Ludwig Richter, Görlitz 6, bringt einen **Fernschalter** (Ölschütz), bei dem der Einbau eines thermischen Motorschutzes in sehr zweckmäßiger Weise gelöst ist. Ferner stellt die Firma handbetätigte Motorschutzschalter sowie ihren neuen Druckschalter mit einer Schutzkappe aus Guß oder Bakelite (Abb. 8) und schließlich noch den bekannten praktischen Meßstöpselkopf „Ökonom" aus.

Abb. 8. Druckschalter, 10 A, 500 V.

Einen Klein-**Motorschutzschalter** für Motoren bis 3,6 kW bei 380 V zeigen die Siemens-Schuckertwerke. Er wird mit einer Isolierstoffabdeckung für saubere, nicht zu staubige Räume, für schwere Betriebe in Stahlblech oder in Gußeisenkapselung gebaut. Die äußeren Abmessungen sind sehr klein gehalten (Abb. 9). Der Schalter kann handbetätigt oder fernbetätigt werden; zur Ein- und Ausschaltung wird nur ein Schaltmagnet verwendet, der nur während des Einschaltvorganges Leistung verbraucht. Als Überlastungsschutz sind in jeder Phase Bimetallauslöser eingebaut. Die Abschaltung von Kurzschlüssen wird von vorgeschalteten Sicherungen übernommen; das kleine Schaltgerät kann daher auch an solchen Stellen eingebaut werden, an denen Kurzschlußströme bis 25 000 A auftreten. — Ein für Motoren bis 7 kW gebauter Schalter hat in jeder Phase eingebaute Schnellauslöser; die Bimetallauslöser als Überlastungsschutz sind leicht am Verwendungsort auswechselbar. — Der für Leistungen bis 16 kW bei 380 V bzw. bis 23,5 kW bei 500 V eingerichtete Motorschutzschalter wird nunmehr auch in U-Kapselung hergestellt, so daß dieser Schalter in gußgekapselte Verteilungen nach dem U-System (DRP) eingebaut werden kann.

Abb. 9. Klein-Motorschutzschalter.

Auch die „Rheostat" Specialfabrik, Dresden-N 23, hat die **schlagwettergeschützten Geräte** vielfach neu entwickelt und zeigt sie auf der diesjährigen Messe. Für die völlig neu durchgearbeiteten Aufzugsanlagen für explosionsgefährdete Räume wurden von derselben Firma Spindelnotschalter, Kabinenschalter, Zentraltürkontakte usw. neu entwickelt.

Die Mitteldeutsche Schaltapparate-Gesellschaft m. b. H., Eisenach, zeigt außer ihren seit langen Jahren hergestellten Anlassern, Reglern, Schaltge-

räten usw. einen **schlagwettergeschützten Schalter** mit Ölkühlung (Endschalter), der durch das Öffnen einer Tür oder durch einen andern Anschlagkörper aus- bzw. eingeschaltet wird (Abb. 10). Dieser Schalter wird auch in Schaltwalzenform ausgeführt, so daß sich durch entsprechende Ausbildung der Schaltwalzenkontakte die verschiedensten Schaltvorgänge bewerkstelligen lassen.

Abb. 10. Schlagwettergeschützter Endschalter.

Die Firma „U n i o n" G. m. b. H. in Borsdorf b. Leipzig hat ihr Fabrikationsprogramm durch Neuschöpfungen weiter entwickelt. Dieses gilt insbesondere für **Einbau-Schaltgeräte.** Auf dem Stand dieser Firma wird z. B. ein Einbaukontroller gezeigt, dessen Segmentanordnung und Raumausnutzung bemerkenswert sind. Die doppelseitig angeordneten Fingerreihen lassen eine sehr kurze Baulänge zu. Dieses Gerät ist zum Regeln von Schweißtransformatoren bestimmt. Als Schaltgerät für Werkzeugmaschinen wird ein kleiner Walzenschalter gezeigt, der sich für alle denkbaren Sonderfälle eignen dürfte. — Eine geschickte und billige Lösung wurde durch die mechanische und zwangläufige Verriegelung der Sternstellung eines **Sterndreieckschalters** erreicht. Das eingebaute Hemmwerk ist einstellbar und schaltet nach Ablauf der eingestellten Zeit selbsttätig auf die Dreieckstellung weiter.

Die C. S c h n i e w i n d t G. m. b. H., Neuenrade i. W., stellt u. a. einen nach dem Gittersystem aufgebauten **Gittergleitwiderstand** (Abb. 11) aus, der eine hohe spezifische Drahtbelastung hat, weil der Widerstandsdraht — allseitig von Luft umspült — eine größere Wärmeabfuhr erfährt. Ein weiterer Vorzug dieses Widerstandsgitters

Abb. 11. Gittergleitwiderstand.

ist die große Kapazitäts- und Induktionsarmut. Bei dem Gittergleitwiderstand wird ein zylindrisch gebogenes Widerstandsgitter auf der Innenseite von einem Gleitkontakt befahren.

Die Hebezeugabteilung der S a c h s e n w e r k, L i c h t- u n d K r a f t - A k t i e n g e s e l l s c h a f t, Niedersedlitz-Dresden, stellt u. a. verschiedene neuzeitliche Bauformen von **Nockenschaltern** für hohe Schaltleistung und große Schalthäufigkeit aus. Jede einzelne Schaltstufe besteht aus einem mechanisch gesteuerten Schütz neuester Bauart, das bei Elementen, die mit dem Netz in Verbindung stehen, noch durch eine Blasspule in seiner Schaltleistung erheblich verstärkt wird. Durch weitgehende Verwendung von Kugellagern wird ein so leichter Gang erzielt, daß auch sehr große Schalthäufigkeiten ohne zu starke Ermüdung des Bedienungsmannes möglich sind.

Leitungen.

Leichtmetall-Leitungen (Aluminium, Stahlaluminium, Aldrey usw.) müssen grundsätzlich so verlegt werden, daß die Seile „schleiffrei" ausgezogen werden, d. h. ohne daß sie über den Erdboden, Zäune, Bauten usw. schleifen. Von den verschiedenen Verlegungsarten, die entwickelt wurden, um diese Forderung zu erfüllen, ist die Verlegung mit Motorwinde und Vorseil die gebräuchlichste.

Abb. 1 u. 2. Gewicht zur drehfreien Seilverlegung.

Durch die Zugbeanspruchung des Seiles — namentlich bei dem zur Straffung notwendigen Abbremsen — entstehen nun in den einzelnen Seillagen Drehmomente, die sich zumal bei mehrlagigen Seilen gegenseitig nicht vollkommen aufheben. Die Folge des verbleibenden Drehmomentes ist eine Drehbewegung des Seiles, durch die einzelne Seillagen aufgedrallt und gelockert; andere wieder zusammengepreßt werden. Die mechanische Spannung wird dadurch sehr ungleichmäßig verteilt, was zu unzulässigen Beanspruchungen mit gefährlichen Folgen führen kann. Um diesen Nachteilen zu begegnen und die **schleif- und drehfreie Seilverlegung** zu sichern, hat die Firma B r o w n, B o v e r i & C i e. A G., Mannheim, ein Belastungsgewicht entworfen (Abb. 1 u. 2), das ihr durch DRP 624 516 geschützt ist.

Das Gewicht hat die Form eines durch eine Klemme am Seil befestigten Hebels, der zum größten Teil aus Blei besteht, und zwar so, daß das größte Bleigewicht möglichst am Hebelende angebracht ist. Das Gerät wirkt nun derart (Abb. 1), daß dem Drehmoment M_d, das durch den Seilzug im Leiterseil hervorgerufen wird, durch das Gewicht G am Hebelarm a ein Moment entgegen arbeitet, das eine Drehbewegung des Seiles verhindert. Das Bleigewicht G bzw. die Länge r des Hebels muß so groß sein, daß das Moment M_d nicht größer werden kann als das Moment $G \cdot a$, im ungünstigsten Falle $G \cdot r$. Das Gewicht des Hebels muß jedoch so groß sein, daß der Hebelarm a möglichst klein bleibt, damit das Gewicht beim Auflaufen auf die Seilrolle ohne Schwierigkeiten in die Rille hineingleitet. Der Hebel ist gelenkig in einzelne Teile unterteilt, damit er sich dem Umfang der Seilaufrollen anschmiegen kann (Abb. 2). Auf seiner Rückseite ist er mit einer Rille versehen, in die sich das Seil beim Durchgang des Hebels durch die Rolle legt, Abb. 2. Dieses Belastungsgewicht und das ganze Verfahren wurden bereits wiederholt mit bestem Erfolg beim Bau großer und wichtiger Leitungen angewendet. —

Wenn durch Mittelspannungsleitungen Rundfunkstörungen veranlaßt werden, so sind fast stets Entladungserscheinungen an den Stützenisolatoren die Ursache[1]). Derartige Vorentladungen können schon bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen zwischen Leitungsseil, geerdeter Stütze und Isolatoroberfläche auftreten. Die letztgenannten Entladungen werden mit Sicherheit vermieden, wenn man das Stützenloch graphitiert und die Stütze durch eine besondere Einlage gut leitend mit dem Graphitanstrich verbindet[2]). Schwieriger ist dagegen das Vermeiden von Vorentladungen am Leitungsbund in der Hals-

[1]) R. V i e w e g, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 19. — W. F u r k e r t, ETZ 56 (1935) S. 449.
[2]) W. W e i c k e r, Hescho-Mitt. 47/48 (1929) S. 1510.

rille. Die Hescho (Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft, Hermsdorf, Thür.) hat diese Frage gelöst durch einen **Stützenisolator**, auf dessen Kopf ein auch die Halsrille bedeckender Metallbelag aufgebrannt ist. Hierdurch wird der Belag so fest mit dem Porzellan verbunden, daß er sich auch bei stärksten Temperaturschwankungen nicht lockert; auch wird er durch die unvermeidlichen Seilbewegungen weniger abgeschabt als ein aufgespritzter Belag. Alle Isolatoren werden übrigens vorm Verlassen der Fabrik mit einem Störmeßgerät geprüft.

Zum Nachweis der Feuersicherheit ihrer **Mehrrohr-Durchführungen**[3]) hat die Hescho vor kurzem eine dem Lager entnommene Durchführung in eine aus eisernen Platten bestehende Zelle eingebaut, Abb. 3, und einem kräftigen Ölfeuer ausgesetzt. Hierbei platzten trotz der starken einseitigen Erhitzung in der ersten Zeit nur Teile der Schirme des Innenraumteiles ab, während die aus Abb. 4 ersichtliche starke Beschädigung erst nach 1½ h eintrat. Dagegen blieben, wie Abb. 4 gleichfalls erkennen läßt, der Freiluftteil sowie die Fassungsstelle und ihre Verbindung mit dem Fassungsflansch gänzlich unbeschädigt. Die Öffnung in der Zellenwand war daher praktisch rauchdicht abgeschlossen, so daß z. B. in einer geschlossenen Station ein Verqualmen der vom Brande nicht betroffenen Räume verhindert worden wäre. Hieraus folgt weiter, daß sich Mehrrohr-Durchführungen gerade auch für Transformatoren, Ölschalter u. dgl. vorzüglich eignen. Springt einmal durch einen Stehlichtbogen der Porzellanscherben, so kann das aus der ölgefüllten Durchführung austretende Öl einen Brand verursachen, was bei der Mehrrohr-Durchführung, die keine brennbare Füllung hat, nicht möglich ist. Außerdem gewährleistet die Mehrrohr-Apparate-Durchführung einen unbedingt öldichten Abschluß des Kessels[4]).

Abb. 3. Erhitzungsversuch an einer Durchführung.

Abb. 4. Mehrrohr-Durchführung nach dem Versuch Abb. 3.

Von der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., Selb, wurde zur Unterdrückung der rundfunkstörenden Glimmentladungen am Bund vorgeschlagen, den Bindedraht nicht in der Halsrille des Porzellanisolators unmittelbar zu verlegen, sondern vielmehr auf einer Metallblecheinlage, die um die Halsrille herumgelegt wird und scharfe Feldsprünge, die zu Glimmentladungen Anlaß geben könnten, durch ihre Form vermeidet. Eine zweite Möglichkeit besteht in dem Aufsetzen einer **Strahlungsschutzkappe** aus Aluminiumblech auf den Isolatorkopf (Abb. 5). Hier ist ebenfalls durch die Formgebung der Strahlungsschutzkappe dafür gesorgt, daß sich am Bindedraht keine Glimmentladungen ausbilden können. Diese Konstruktion erhöht zwar in geringem Maße die Kosten der Leitung, braucht aber zweckmäßig nur an wenigen, besonders wichtigen Stellen der Leitung angebracht werden, denn daß im allgemeinen die Hochspannungsisolatoren nicht stören, beweist die Praxis selbst: in Deutschland sind einige Millionen Hochspannungsisolatoren ununterbrochen im Betrieb, ohne daß dadurch die Reinheit des Rundfunkempfangs gestört oder gar in Frage gestellt würde.

Abb. 5. Stützenisolator mit metallisierter Halsrille und metallisiertem Bolzenloch (a) und Isolatorkopf mit Strahlungsschutzhaube (b).

Bei den Kabel-Endverschlüssen für Hochspannungskabel über 15 kV, insbesondere für zu Dreibleimantelkabeln verseilte Einleiter-Bleikabel, konnten wesentliche Verbesserungen durch die Verwendung von Einlagen aus einem Werkstoff erzielt werden, dessen Dielektrizitätskonstante wesentlich größer ist als die des umgebenden Mittels. Von den Süddeutschen Kabelwerken, Mannheim, sind auf dieser Grundlage neuartige **Liliput-Endverschlüsse** (D.R.P. 623 270) entwickelt worden (Abb. 6). Als Einlagen werden mit Glyzerin getränkte Papierbänder in passender Weise in einer zylindrischen Wickelkeule verteilt, die auf das vom Bleimantel befreite Kabelende aufgebracht wird. Schon die fertige Wickelkeule hat eine sehr hohe Überschlagsfestigkeit. Der zum äußeren Abschluß dienende Isolator soll nur noch das Kabelende gegen äußere Einwirkungen schützen. Der geringe Platzbedarf und das kleine Gewicht verbilligen die Endverschlüsse

Abb. 6. Liliput-Endverschlüsse in einer 20 kV-Schaltanlage.

[3]) ETZ 51 (1930) S. 59. Weitere Schrifttumsangaben über die in der Hescho betriebene umfangreiche Versuchstätigkeit sind in der eben erschienenen Druckschrift „Das Höchstspannungsversuchsfeld der Hescho in der Porzellanfabrik Hermsdorf/Thüringen“ zu finden.
[4]) ETZ 55 (1934) S. 223.

selbst und den Aufbau der Schaltanlage. Die massearmen Endverschlüsse können schräg, liegend oder hängend eingebaut werden; die Freiluftausführung unterscheidet sich von der für Innenraum nur durch die Form des Porzellankörpers.

Auch für Kabel hat sich Aluminium als geeigneter Leiterbaustoff erwiesen, und die Deutsche Telephonwerke & Kabelindustrie AG., Berlin, stellt **Starkstromkabel mit Aluminiumleitern** für alle gebräuchlichen Querschnitte und Spannungen aus. An Hand von Musterstücken wird nachgewiesen, daß die Frage der Leiterverbindungen und -anschlüsse einwandfrei gelöst ist. Es liegen Muster aus, die nach dem Weichlöt-, Gasschweiß- und dem sog. Gießschweißverfahren hergestellt sind. Überhaupt dürfen die Schwierigkeiten der Verbindungen von Aluminiumleitern z. B. auch mit Kupfer als überwunden gelten. Für den Übergang von der Aluminium-Freileitung auf die kupferne Abzweigung zum Hausanschluß bedeutet z. B. die **Alcu-Guro-Abspannung** von Paul Jordan, Berlin, eine gute Lösung (Abb. 7). Die

Abb. 7. Die „Alcu-Guro"-Abspannung für den Hausanschluß an Aluminium-Freileitung.

ankommende Freileitung wird von einer federnden Konusklemme aufgenommen, in welche die Leitung einfach von vorn eingesteckt wird. An dieser Konusklemme befindet sich der für die abgehende Kupfer-Hausanschlußleitung vorgesehene Abzweig. Der Übergang von Kupfer auf Aluminium an dieser Stelle ist korrosionsfest. Die Abspannung, die auch bei Postkreuzungen zugelassen ist, wird in einem in der Wand befestigten Haken eingehängt.

In dem Bestreben, unedle Metalle durch heimische Rohstoffe zu ersetzen, hat die Isola Werke AG., Birkesdorf-Düren, eine sinnreich konstruierte **Fahrdrahtklemme** für die Oberleitung der Straßenbahn entwickelt, die die Messingklemme und gleichzeitig den gußgekapselten Isolator ersetzt, so daß sich auch eine wesentliche Ersparnis im Leitungsbau ergibt; die Firma zeigt ferner eine nach dem Strangzieh-Preßverfahren hergestellte **Stromschiene** (Abb. 8). Bislang wurden Stromschienen aus Eisen mit aufgezogenem Kupferkopf hergestellt. Diese neue Stromschiene hat vor allen Dingen den Vorteil, daß statt der Eisenschiene spez. leichter Isolierstoff verwendet wird, der auf geeignete Art und Weise mit dem Kupfer verbunden ist. Die Bauhöhe wird durch diese Neuerung wesentlich verringert, denn besondere Isolatoren sind nicht mehr erforderlich, und die Schienen können auch bei beschränkten Platzverhältnissen verwendet werden. Die Unterhaltung im Betrieb ist vorteilhafter, weil die Stromschienen nicht mehr rosten und keine Wirbelstromverluste entstehen. Diese Vorteile sind bei Brückenunterführungen geringerer Bauhöhe von ausschlaggebender Bedeutung.

Abb. 8. Isolierstoff-Kupfer-Stromschiene.

Klemmen, Leitungsverbinder, Kabelschuhe, Kauschen usw. in allen Sorten in Kupfer, Messing und Aluminium stellt Richard Müller & Co., Leipzig-Borsdorf, aus. Bei den Verbindern aus Aluminium ist auf die Großflächigkeit des Kontaktes besonders Wert gelegt worden. Der Aufbau der **Kupfer-Aluminium-Klemmen** (Abb. 9) ist nach

Abb. 9. Kupfer-Aluminium-Klemmen.

einem ganz neuen Verfahren durchgeführt, da das Kupfer in das Aluminiumteil eingegossen wird. Hierdurch wird der Übergangswiderstand auf einen Kleinstwert gebracht und Korrosion vermieden.

Zu den scheinbaren Nebensächlichkeiten und doch sehr wichtigen Bestandteilen einer elektrischen Leitungsanlage gehört der Eingangspunkt der Leitung in das Haus, die **Dachständereinführung.** Die Firma Ernst Dreefs G. m. b. H., Unterrodach i. Oberfr., hat ihre seit langem bewährte zweiteilige Dachständereinführung nochmals eingehend durchgearbeitet und stellt die neue Einführung als „Urform ED" aus. Die Leitungsdrähte können bequem, d. h. unbehindert und geradlinig in das Unterteil eingeführt werden. Haube und Unterteil enthalten keine eingekitteten, metallenen Gewindeteile. Die Haube läßt sich leicht aufsetzen und kann durch Witterungseinflüsse nicht abgehoben oder zerstört werden; der Zwischenraum zwischen Haube und Rand des Unterteils ist für die Herabführung der Drähte genügend weit und bildet einen sicheren Wetterschutz, ohne dem Wind große Angriffsfläche zu bieten.

Elektrowärme.

Die elektrische Schweißung setzt sich heute überall mehr und mehr durch. Für jeden Zweck, für Einzel- und Sonderanfertigungen, auch für die Massenherstellung gibt

Abb. 1. Nahtschweißmaschine „Lana/Runa".

es **elektrische Schweißmaschinen,** die den jeweiligen Erfordernissen angepaßt sind. Die Firma Paul Knopp, Maschinen-Fabrik und -Handlung, Berlin SW 19, zeigt vielseitig verwendbare Reihenschweißmaschinen und Hochleistungsmaschinen für Sonderzwecke. Die Nahtschweißmaschine „Lana/Runa" ist für Längs- und Quernähte bei beliebiger Grad- oder Schräglage der Elektrodenrollen zu verwenden (Abb. 1). Sie arbeitet wahlweise nach dem Schritt- oder Pilgerschrittverfahren sowie mit gleichförmig umlaufenden Elektrodenrollen und Modulation des Schweißstromes. Die Schrittbewegung wird durch einen Kurventrieb erzeugt, der sehr große Schrittzahlen und damit sehr hohe Schweißgeschwindigkeiten zuläßt. Durch diese Vielseitigkeit kann die „Lana/Runa" für weit auseinanderliegende Arbeitsgebiete verwendet werden. Ihr gegenüber steht die Längsnaht-Schweißmaschine mit Wanderrolle „Wana", die für das Schweißen großer Mengen gleichartiger Nähte an Fässern, Rohren und Behältern entworfen wurde. Diese Maschine kann von einem ungeübten Arbeiter bedient werden, da alle wichtigen Vorgänge gegenseitig verriegelt sind. Die Steuerung ist in einem einzigen Handrad zusammengefaßt.

Für den handwerklichen Kleinbetrieb hat die Kjellberg Elektroden & Maschinen G. m. b. H., Finsterwalde N.-L., einen kleinen **Schweißumformer** KU 170 mit einer Leistung von 25 bis 170 A auf den Markt gebracht. Für gesteigerte Leistungen wurde die Type KU 350 neu entwickelt (Abb. 2). Bei einem Umlauf von 1450 U/min hat diese folgende Leistungen: 280 A bei 40 V und 100 % ED, 350 A bei 40 V und 70 % ED und 400 A bei 40 V und 50 % ED. Die Regelung liegt zwischen etwa 15/40 V und 40/400 A. Sie hat nur einen Regelbereich und läßt trotzdem eine sehr feinstufige, praktisch stufenlose Einstellung zu. Die Maschine läßt sich fernregeln und zur Erzielung größerer Stromstärken mit mehreren Maschinen parallelschalten. Ein Universalgerät für das Wechselstrom-Schweißverfahren stellt der neue **Schweißtransformator KTN 300** dar, der sich sowohl zum Verschweißen starker Elektroden als auch für Dünnblech eignet. Der Gesamtregelbereich liegt zwischen 15 und 330 A.

Abb. 2. Schweißumformer KU 350.

Zum Erwärmen von Rundblöcken aus Kupfer und Messing für die Weiterverarbeitung in einer Presse werden für größere Erzeugungsmengen fortlaufend arbeitende Anwärmeöfen benötigt. Immer liegt die Forderung nach einer ganz gleichmäßigen Erwärmung vor. Besonders ist dies bei der Herstellung von Rohren der Fall. Diese Forderung kann am besten durch elektrisch geheizte Öfen erfüllt werden. In der Abb. 3 ist ein **elektrischer Rinnen-Durchstoßofen** für Metallblöcke dargestellt, der von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, gebaut wurde. Auf der linken Seite befindet sich die motorisch angetriebene Stoßvorrichtung, die die anzuwärmenden Rundblöcke in der Längsrichtung der Öfen einstößt. Der Hub dieser Stoßvorrichtung beträgt bis zu 300 mm und die Vorschubgeschwindigkeit 0,1 m/s. Die elektrischen Heizelemente befinden sich im Boden und in der Decke des Glühraumes. Sie sind so angeordnet, daß sie gegebenenfalls auch während des Betriebes ausgewechselt werden können.

Abb. 3. Elektrischer Rinnen-Durchstoßofen für Metallblöcke.

Für industrielle Verwendung stellt die Firma C. Schniewindt G. m. b. H., Neuenrade i. W., **Elektroheizungen** für Sonderzwecke her. So z. B. zeigt diese Firma Heizeinrichtungen für Gleisanlagen, die das Einfrieren von Weichen verhindern, für Förderwagen, bei denen das Einfrieren des Fördergutes verhindert werden soll. Zur Flüssigkeitsheizung dienen **Heizpatronen;** besonders zweckmäßig ist hier eine Universalheizpatrone, die in beliebiger Länge und mit beliebiger Leistung hergestellt werden kann.

Auf dem Gebiet der **elektrischen Raum- und Behälterheizung** wird durch die von Ing. I. Gralla, Berlin, entwickelten, schon in Tapetenstärke herstellbaren Heizflächen ein neuer Weg eingeschlagen. Die in Textilstoff eingewebten Heizleiter werden, nach dessen Tränkung mit Kunstharzlösung, zwischen zwei gleichfalls getränkte Furniere gelegt und das Ganze wie in der Kunstharzpreßtechnik gehärtet. Bei der Verwendung als Wandheizung werden die Heizflächen, der mechanischen Versteifung sowie des Wärmeschutzes wegen, auf ebenfalls unentflammbar gefertigte Leichtbauplatten aufgeleimt. Will man die Platten für Deckenheizung verwenden, so ist eine gefällige, lichttechnisch günstige Vereinigung mit der Beleuchtung des Raumes möglich. Die Leistungsaufnahme je m² beträgt 250 bis 500 W, je nach Schaltung. Hierbei sind die Heizdrähte mit nur etwa ein Fünftel des zulässigen Stromes belastet. Die äußeren Heizflächen erwärmen sich im Betrieb auf rd. 45 °C, während eigentlich 150 °C dauernd zulässig sind.

Während die weitgehende Anwendung der Elektrizität bei der Raumheizung vorläufig noch eine Strompreisfrage ist, hat die Elektrowärme und -kälte im Haushalt immer mehr Eingang gefunden. Den Nachteil des Elektroherdes im Winter, bei fehlender sonstiger Heizung keine Wärme an den Raum abzugeben, hat die Firma Ehrich & Graetz Aktiengesellschaft, Berlin SO 36, durch einen **Elektro-Kohle-Herd** (Abb. 4) vermieden. Im Winter kann der Kohleherd zur Zubereitung der Speisen benutzt werden. Der elektrische Teil und der Kohleteil des Herdes sind voneinander durch einen Luftschacht getrennt. Auch die Firma Junker & Ruh AG., Karlsruhe i. B., hat einen solchen kombinierten **Elektro-Kohle-Herd** neu herausgebracht. Der elektrische und der Brennstoffteil sind hier durch Schlackenwolle voneinander getrennt. Der Brat- und Backofen hat eine Aufnahmeleistung von 1200 W und ist für Ober- und Unterhitze eingerichtet. In Wärmeleitschienen außerhalb des Backofens gelagerte Strahlheizkörper verleihen dem Bratofen eine verhältnismäßig schnelle Aufheizzeit. Die Arbeitstemperatur von 200 °C ist bereits nach 14 min erreicht.

Abb. 4. Elektro-Kohle-Herd.

Einen Elektroherd in Verbindung mit einem Kühlschrank, einen **Elektro-Kühlherd,** stellt die Firma Bitter-Polar, Kassel, aus. Außer dem elektrischen Vierplatten-Kochherd und dem elektrischen 125 l fassenden Kühlschrank enthält das Gerät noch eine Backröhre. Die drei Teile sind sorgfältig voneinander isoliert; der Lüfter des Kühlsatzes sorgt gleichzeitig für eine schnelle und wirksame Abführung der geringen Betriebswärme. Bei diesem

Elektro-Kühlherd wie auch bei den bekannten anderen nach dem Kompressionssystem arbeitenden **elektrischen Kühlschränken** derselben Firma werden Motor und Kompressor in einer Stahlkapselung luftdicht eingelötet. In der Abb. 5 ist der Kühlsatz mit Steuermitteln und Überstrom-Selbstausschalter dargestellt.

a Relaiskappe
b Überstrom-Selbstschalter
c Motortopf
d Schwimmergehäuse
e Thermostat
f Verdampfer mit Verdampfertür

Abb. 5. Kühlsatz mit Steuermitteln und Überstrom-Selbstschalter.

Die Firma Eltron, Dr. Theodor Stiebel, Berlin-Tempelhof, hat an ihren bisher hergestellten Geräten, wie **Tauchsiedern** und **Heißwasserspeichern**, vielfach Verbesserungen getroffen. Zur Heißwasserversorgung von Waschbecken wurde der bereits seit Jahren gebaute Eltron-Waschbeckenspeicher, ein kleiner liegender Hochdruckspeicher mit 3 l Inhalt, verbessert. Der Speicher besitzt jetzt nur noch einen Heizkörper. Eine unerwünschte Durchmischung des kalten Wassers mit dem warmen wird durch den Einbau eines besonderen Leitblechs verhindert. Neu aufgenommen wurde im vergangenen Jahre der Bau von **Eltron-Großkaffeemaschinen.** Abb. 6 zeigt den Schnitt der neuen Eltron-Kaffeemaschine, die aus einem Brühteil und einem Warmhalteteil besteht. Die Maschinen werden für 8, 15 und 30 l Inhalt hergestellt.

Abb. 6. Eltron-Großkaffeemaschine.

Für den Haushalt hat Ph. Rosenthal & Co. AG., Selb i. B., wiederum ihre Kleingeräte aus Porzellan, teilweise in anderer zweckentsprechender Form ausgestellt. Für rasch benötigte heiße Getränke oder Speisen ist die **Glühkochstelle** mit einer Anschlußleistung von 600 W das gegebene. Tee-, Kaffee-, Mokkamaschinen und Kochtöpfe können auf diese Kochstelle aufgesetzt werden. So zeigt die Abb. 7 eine Teemaschine in Verbindung mit der Glühkochstelle. Zum Warmhalten von Speisen dienen **Wärmeplatten,** die etwa eine Temperatur von 65 °C annehmen.

Abb. 7. Glühkochstelle in Verbindung mit einer Teemaschine.

Fernsprechwesen und Rundfunk.

Seit einigen Jahren hat eine besonders rege Tätigkeit auf dem Gebiet der Nebenstellenanlagen eingesetzt, und die diesjährige Messe läßt erkennen, daß diese Entwicklung noch weiter anhält. Die Mix & Genest AG., Berlin, zeigt **Nebenstellen-Zentralen** für 1 bis 20 Amtsleitungen und 3 bis 199 Nebenstellen. Diese Zentralen (Abb. 1) ermöglichen z. B. die selbsttätige Auswahl einer freien Amtsleitung, die Führung von Amts-, Haus- und Rückfragegesprächen über eine Doppelleitung, die Umlegung von Amtsgesprächen von einer Nebenstelle zu jeder andern oder zur Vermittlung. Wünscht man den Amtsverkehr zu überwachen, so stehen Zentralen zur Verfügung, bei denen der Amtsverkehr durch eine Bedienungsperson, Haus- und Rückfrageverkehr aber vollselbsttätig geführt werden. Neben Reihenanlagen für Amts- und Hausverkehr zeigt die Firma noch **Zwischenstellen-Umschalter,** die verwendet werden, wenn an eine Amtsleitung nur eine Haupt- und eine Nebenstelle angeschlossen sind. Ihre Bauart ermöglicht die selbsttätige Verbindung mit dem Amt, Rückfragen und Umlegen einer Amtsverbindung, die selbsttätige Durchschaltung eines Amtsanrufes nach etwa 20 s zur Nebenstelle.

Abb. 1. Nebenstellenzentrale für 6 bis 10 Amtsleitungen und 97 Nebenstellen.

Die Verbindung der Nebenstelle mit dem Amt wird durch Tastendruck, der Anruf der Hauptstelle mit Hilfe der Wählscheibe ausgeführt. Diese Betriebsweise hat den Vorteil, daß die Hauptstelle nicht, wie früher, unnötigerweise einzutreten braucht, wenn die Nebenstelle das Amt wünscht. Ferner ist durch einen Tastendruck, der die Amtsleitung doppelpolig abschaltet, bei der Nebenstelle eine geheime Verständigung mit einer Person im gleichen Raum ohne Inanspruchnahme der Hauptstelle möglich.

Die Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin SO 36, zeigt als neueste Schöpfung auf dem Gebiete der Wähler-Nebenstellenanlagen eine **Universalzentrale** für fünf Amtsleitungen und 25 Sprechstellen, die den Namen „Vox-Telemat" führt. Sie besteht aus einem freistehenden, von allen Seiten zugänglichen Wählergestell mit allen Apparaturen für den

selbsttätigen Haus- und Amtsverkehr sowie einer Abfrage-Tischstation mit Wählscheibenzuteilung für die Weiterleitung ankommender Amtsverbindungen (Abb. 2). Durch Einbau entsprechender Zusatzeinrichtungen können auch zahlreiche Sonderbedingungen erfüllt werden.

Abb. 2. Universal-Zentrale „Vox-Telemat".

Für die Fälle, in denen der halbselbsttätige Amtsverkehr aus irgendwelchen Gründen nicht erwünscht ist, aber trotzdem größte Bequemlichkeit, schnelle Herstellung der Amtsverbindungen und volle Ausrüstung der Verkehrsmöglichkeiten über eine Doppelleitung für Amts-, Haus- und Rückfragegespräche gefordert wird, hat die Telefonbau und Normalzeit AG., Frankfurt a. M., eine **Glühlampenzentrale** geschaffen. Die Amtsverbindungen werden über den Glühlampenschrank, die Hausverbindungen über eine normale vollselbsttätige Einrichtung hergestellt. Die Leitungen der Fernsprechgeräte führen über den Glühlampenschrank als Vorschalteschrank zur Hauszentrale. — Für Anlagen mit OB-Betrieb wird ein **schnurloser Vermittlungsschrank** (Abb. 3) gezeigt, der zum Anschluß an öffentliche W-, ZB- und OB-Ämter geeignet ist.

Abb. 3. Schnurloser Vermittlungsschrank.

Die Verbindungen werden mit Stöpseln in waagerechten Parallelklinkenreihen hergestellt. Als Schlußzeichen werden die Anrufklappen mitbenutzt. Zu Rundgesprächen können mehrere Sprechstellen auf einer Klinkenreihe zusammengeschaltet werden. — Die gleiche Firma zeigt auch einfache Fernsprechgeräte, z. B. eine neue, besonders preiswerte Tischstation mit Induktor im Metallgehäuse. Für Berg- und Hüttenbetriebe, chemische Werke u. dgl. werden die Fernsprechgeräte regensicher, schlagwettergeschützt, gas- und wasserdicht ausgeführt. Einen **schlagwettergeschützten Fernsprecher** zum Anschluß an Wählerämter zeigt beispielshalber Abb. 4; dieses Gerät und weitere gas- und wasserdichte Anlagen stellt die Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, aus. Auch Mix & Genest, Berlin, ist mit wasserdichten Ausführungen von Fernsprechern vertreten.

Abb. 4. Schlagwettergeschütztes Fernsprechgerät.

Überleitend zur Rundfunktechnik sei vorerst noch der **Verstärker** gedacht. Zahlreiche Baumuster in A- und in B-Schaltung stellt die Süddeutsche Telefon-Apparate, Kabel- u. Drahtwerke AG. (TEKADE), Nürnberg, aus. Die herstellungstechnisch vorteilhaftere A-Schaltung beherrscht das Gebiet der kleineren Kraftverstärker, während bei den größeren wirtschaftliche Vorteile für die B-Schaltung sprechen. Die Frequenzkurven sind von 50 bis 10 000 Hz geradlinig und umfassen damit einen breiteren Frequenzbereich als die heute üblichen Mikrophone und Lautsprecher. Im Interesse der Störungsfreiheit ist es mitunter erwünscht, die Schwingungen über 7000 Hz unterdrücken zu können. Deshalb sind die Verstärker durchweg mit Tonblenden ausgerüstet. Alle Kopplungselemente, ferner Tonblende, Lautstärkeregler und Netzschalter sind fest eingebaut. Bedient wird die Anlage nur am Verstärker selbst. Aus der Musterreihe 7,5, 10, 20, 75, 100, 150, 300 W zeigt Abb. 5 den 75 W-Verstärker, ein vierstufiges Wechselstrom-Netzanschlußgerät in B-Schaltung. Besonders hervorzuheben ist die völlig neuartige Schaltung für die **Klangfärbung.** Die Frequenzkurve verläuft von 50 bis nahezu 10 000 Hz gradlinig. Wird der Klangfärber auf „dunkel" eingestellt, so bleibt die Kurve von 1000 bis 8000 Hz erhalten, jedoch zwischen 50 und 1000 Hz tritt eine Tiefenanhebung von etwa 1 bis 1,5 Neper ein; die Klangfarbe wird also ohne Beschneiden des Frequenzbandes verdunkelt. Bei Einstellung auf „hell" wird die Kurve zwischen 1000 und 5000 Hz angehoben, so daß die Höhen entsprechend bevorzugt werden. Die Wiedergabe klingt in keinem Fall gepreßt, weil stets das ganze Frequenzband vorhanden ist. Die Leistungsaufnahme dieses Verstärkers beträgt etwa 250/430 VA.

Abb. 5. 75 W-Kraftverstärker.

Im **Empfängerbau** bietet z. B. die Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie AG. zwei neue Geräte „Stolzenfels“ und „Helgoland“. „Stolzenfels“ ist ein

Abb. 6. Einkreisempfänger „Helgoland“.

Zweikreis-Dreirohr-Empfänger mit 3 W Ausgangsleistung, bei dem besonderer Wert auf hervorragende Wiedergabe, leichte Bedienbarkeit und Betriebssicherheit gelegt wurde. Der Einkreiser „Helgoland“ (Abb. 6) ist nach den gleichen Gesichtspunkten entworfen. Er besitzt einen „Wuchtantrieb“, der leichte und schnelle Einstellung gewährleistet, weitgehende Lautstärkenregelung, dreistufigen Klangfarbenregler und Anschluß für einen zweiten Lautsprecher. Die Süddeutsche Telefon-Apparate, Kabel- u. Drahtwerke AG., Nürnberg, zeigt u. a. einen neuen **Allstrom-Empfänger** „Diplomat GW“ (Abb. 7), ein Einkreis-Zweiröhren-Gerät mit hoher Trennschärfe (eingebauter Sperrkreis) für zwei Wellenbereiche, unverzerrte Ausgangsleistung 2 W.

Abb. 7. Allstromempfänger „Diplomat“.

Als Zusatzgerät zum Volksempfänger sowie für andere, aus dem Wechselstromnetz zu betreibende Gleichstromempfänger liefert Wilhelm Zeh, Freiburg in Baden, einen **Vorschalt-Gleichrichter**, der ohne weiteres in den Volksempfänger eingebaut werden kann. Das Gerät ist mit Quecksilberdampf - Glühkathoden-Gleichrichter ausgestattet und wird in zwei Größen für 0,2 und 0,3 A bei 220 V gebaut. — Antennen und Zubehörteile hat z. B. C. Schniewindt G. m. b. H., Neuenrade i. W., ausgestellt. Bei der **Kreuzantenne** (Abb. 8) ist der größte Teil der Antennenkapazität an die Spitze des Mastes verlegt, die wirksame Antennenhöhe also möglichst vergrößert. Der abgeschirmte **Steckdosen - Erdungsschalter** der Firma vereinigt in sich Blitzschutz, Erdungsschalter und Steckdose. Beim Herausziehen des Steckers mit der abgeschirmten Anschlußschnur werden Antennen- und Abschirmleiter selbsttätig an Erde gelegt. Erwähnt sei noch ein **abgeschirmter Drehschalter** mit Stellungen für Empfang, Erdung und Empfang ohne Abschirmung; auch hier ist der Blitzschutz mit eingebaut. Zur Außenverlegung des Abschirmkabels stehen isolierende Schellen zur Verfügung.

Abb. 8. Kreuzantenne.

Signalanlagen.

Für den Luftschutzwarndienst zeigt die Telephonbau und Normalzeit AG., Frankfurt a. M., eine **Sirenen-Fernsteuerung** (Abb. 1). Die Signale werden mit

Abb. 1. Sirenen-Fernsteuergerät.

Tasten eingeschaltet. Außer den Signalen „Fliegeralarm“ und „Fliegeralarm zu Ende“ kann ein Feueralarm gegeben werden, der auch durch Feuermelder ausgelöst werden kann. Der Fliegeralarm hat den Vorrang vor den übrigen Alarmen und kann von den anderen Signalen nicht abgeschaltet werden, wohl aber diese Signale beenden. Die Schaltungen zeigen sich durch leuchtende Lampen an. Die Einrichtung betätigt mit Schwachstrom ein Steuergerät, das auf die mit Starkstrom betriebene Sirene über ein Schaltgerät wirkt. Als Verbindungsleitungen, die mit Ruhestrom überwacht werden, können auch bereits anderweits verwendete Leitungen ohne gegenseitige Störung dienen.

Neue **Kleinsirenen** für Fliegeralarm, hauptsächlich für Verwendung in geschlossenen Räumen, zeigt das Sachsenwerk AG., Niedersedlitz b. Dresden. Die Kleinsirene DS 150 ist in erster Linie für die Alarmierung in lärmenden Fabrikbetrieben bestimmt, in denen der Betriebslärm bis etwa 80 Phon Lautstärke besitzt. Die Sirene (Abb. 2) kann drei Signale abgeben: den Fliegeralarmton,

Abb. 2 u. 3. Kleinsirenen für Fliegeralarm.

der etwa zwischen 300 und 450 Hz rhythmisch schwankt, den hohen Entwarnungston mit etwa 450 Hz und einen tiefen Ton, der als Feueralarm oder Pausenzeichen dienen kann. Die Motorleistung der Sirene beträgt nur etwa 150 W entsprechend einer Gesamtleistungsaufnahme der Sirene von etwa 300 W. Als zweckmäßige Neuerung ist zu erwähnen, daß die Schalteinrichtung zur Erzielung des in der Tonhöhe schwankenden Fliegerwarntons in die Sirene selbst verlegt ist; der Ton wird durch einen einfachen Fliehkraftschalter erzeugt. Da die Lautstärke dieser Sirene für viele Fälle, z. B. für Gaststätten oder Büroräume, zu groß ist und auch hier in der Regel Pausensignale und Feueralarm wegfallen können, wurde noch eine Sirene kleinerer Leistung (50 W, 100 W Aufnahme) ent-

wickelt. Mit Rücksicht auf den Verwendungszweck wurde hier auf unauffällige und formschöne Gestaltung besonderer Wert gelegt (Abb. 3).

Größere Feuermeldeanlagen, z. B. **Stadt-Feuermelde-Anlagen**, zeigt die Mix & Genest AG., Berlin. Die Anlagen (Abb. 4) sind so eingerichtet, daß mit dem Einlaufen einer oder mehrerer Meldungen ein selbsttätiger Ruf zur Alarmierung der Feuerwehrleute über die Leitung gesandt wird. An einem Lichttableau erscheint die Nummer des Melders, während eine Stempelvorrichtung die Meldenummern und die Zeit der Alarmierung aufzeichnet. Die Anlage bleibt auch bei einer Störung durch Drahtbruch oder Erdschluß vollkommen betriebsbereit.

Abb. 4. Stadt-Feuermeldezentrale.

Fortschritte bei **Lichtrufanlagen** zum Rufen der Bedienung in Hotels und Krankenhäusern zeigt die Siemens & Halske AG. Die Einzelteile wurden im Hinblick auf wirtschaftliche Fertigung, leichte Verarbeitung und formschönes Äußere neu gestaltet. Die Anlagen können mit einer oder mit mehreren Leuchtfarben ausgeführt werden. Auch kann der Ruf gleichzeitig eine dem rufenden Gast sichtbare sog. Beruhigungslampe einschalten, die ihm zeigt, daß sein Ruf elektrisch wirksam wurde. Für Krankenzimmer, die vorzugsweise mit Schwerkranken belegt werden, ist ein Sonderruf vorgesehen, der durch erneuten Druck auf die normale Ruftaste gegeben wird und auch den anderen Kranken durch Flackern der Beruhigungslampe zeigt, daß ein bevorzugt zu befolgender Ruf vorliegt. Die Abmessungen der Relais sind so gehalten, daß sie in den Unterputzdosen unterzubringen sind. Doppelrundkontakte aus Silber gewährleisten sicheren Stromübergang der kleinen Relais auch nach längerer Betriebszeit. Die Anlagen werden mit 24 V Gleich- oder Wechselstrom gespeist. Bei Netzstörungen schaltet sich die Speisung selbsttätig auf eine Hilfsbatterie um. Abb. 5 zeigt eine Dreifarbenruflampe in Preßstoffgehäuse mit Riffelglasscheiben, Abb. 6 als Beispiel einen pultförmigen Ruftaster.

Abb. 5. Dreifarben-Ruflampe.

Abb. 6. Lichtruftaster in Pultform.

Installation in Haushalt und Gewerbe.

Auch in diesem Jahr sind, wie auf der Frühjahrsmesse 1935, ausstellende Firmen für Installationsmaterial und -geräte stark vertreten. Teilweise werden Geräte gezeigt, die durch Beibehaltung ihrer Konstruktion ihre Güte von selbst beweisen, teilweise beeinflußt der deutsche Werkstoff „Isolierpreßmasse" die heutigen Bauweisen. Daß hierdurch die Geräte nicht schlechter werden, wurde im vorigen Jahr an dieser Stelle[1]) eingehend dargelegt.

Schon im vorigen Jahr wurden Hausanschlußkästen, **Licht- und Kraftverteilungskästen** gezeigt, deren Gehäuse und Deckel aus Isolierstoff hergestellt waren. Durch weitgehende Verwendung von Doppelwänden ist es der Firma F. Klöckner, Köln-Bayenthal, gelungen, die Gehäuse noch fester zu bauen. Eine größere Anzahl solcher Kästen läßt sich in bequemer Weise zu Verteilungen zusammenfassen. Ein zentraler Klemmkasten ersetzt hierbei die Sammelschienen. Die Abb. 1 gibt eine solche Verteilung wieder, bei der der Deckel abgenommen wurde. In ähnlicher Weise aufgebaut sind die **Druckknopfsammelkästen**, wie ein solcher in Abb. 2 gezeigt wird; sie sind ebenfalls mit Isolierstoffgehäusen versehen. In jeden Kasten lassen sich zwölf Elemente, und zwar in beliebiger Weise Druckknopftasten oder Signallampen (Glimmlampen), einbauen. Diese Sammelkästen sind in erster Linie zur Fernsteuerung großer Verteilungsanlagen, aber auch für die Zusammenfassung der Kommandogeräte bei Mehrmotoren - Arbeitsmaschinen bestimmt.

Abb. 1. Isolierstoffgekapselte Verteilung für 19 Stromkreise zu je 25 A. Deckel abgenommen.

Abb. 2. Isolierstoffgekapselter Druckknopfsammelkasten mit 3 Doppeldruckknöpfen mit je 2 Lampen für Außenknöpfe.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 304.

Die Stotz-Kontakt G. m. b. H., Mannheim-Neckarau, stellt u. a. neuartige **Stahlblech-Verteilungstafeln** aus (Abb. 3). Nach Abnahme der Deckbleche sind alle Geräte, Sicherungselemente, Schalter usw. zugängig. Farbige Leitungen werden zur Verbindung der einzelnen Punkte benutzt, wodurch eine gute Übersichtlichkeit der ganzen Anordnung erreicht wird. Die Art des Aufbaues dieser Tafeln vereinfacht die Montage und erleichtert die spätere Überprüfung der Leitungen und Änderungen der Innenschaltung bei Stromkreiserweiterungen.

Abb. 3. Stahlblech-Verteilungstafel.

Nach einem Versuch, den die Firma Christian Geyer G. m. b. H. in Nürnberg für Zähleraufhängevorrichtungen aus Preßstoff Type „S" im vorigen Jahr[2]) unternommen hat, ist jetzt ein System derartiger **Zählerüberdeckungskappen** durchgebildet worden. Eine Normalkappe bietet Aufhängemöglichkeiten für fast alle gebräuchlichen Lichtzähler. Für zentrale Anlagen mit mehreren Stromverbrauchern wurde eine Kappe mit eingebauten Hauptleitungs-Abzweigklemmen entwickelt (Abb. 4). Solche Kappen haben verschiedene Vorteile, z. B. Fortfall der Erdung des Zählers, Schutz vor Berührungsspannungen, glatte und wenig Staub ansammelnde Oberfläche.

Abb. 4. Zählerüberdeckungskappe aus Isolierstoff.

Die Firma Leopold Kostal in Lüdenscheid zeigt ein neues **Installationssystem**, welches aus einem Exzenter-Drehschalter für 10 A/250 V, einer Steckdose für 10 A/250 V und einem Licht- oder Klingeldrücker für 250 V besteht. Bei der Entwicklung des gesamten Systems wurden die bestehenden Vorschriften berücksichtigt. Darüber hinaus ist der Forderung nach einer leichten, zweckmäßigen und übersichtlichen Installation Rechnung getragen. Einheitlich wurden Maulklemmen verwendet, die infolge der reichlichen Abmessungen einen leichten Anschluß des Drahtes ermöglichen. Kräftig gestaltete keramische Sockel machen die verschiedenen Geräte besonders für rauhe Behandlung geeignet.

Dieses System wird ergänzt und vervollständigt durch eine Reihe von **Kombinationen** in Auf- und Unterputzausführung (Abb. 5). Die einzelnen Einbauapparate werden durch Stege miteinander verbunden, dadurch wird eine leichte Austauschbarkeit der einzelnen Geräte erreicht. Da jede Querverbindung unter dem Sockel vermieden wird, ist ein großer Hohlraumkanal für die bequeme rückseitige Leitungsführung erreicht. Bei den Unterputzkombinationen konnten daher die Gehäuse eine solch geringe Tiefe erhalten, daß der Einbau auch bei dünnen Zwischenwänden ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Abb. 5. Kombination in Unterputz-Ausführung.

Auch die Firma Lindner & Co. vervollständigte das von ihr entwickelte System von **Kleinkombinationen.** Darunter sind Mehrfachversenkapparate für die Unterputzinstallation zu verstehen, die alle in die überall gebrauchte Standard-Isolierdose mit 55 mm lichter Weite passen und damit das Auswechseln eines Einzelapparates gegen eine Mehrfachunterputzkombination ohne Veränderung der Dose zulassen. Das System der Kleinkombinationen wurde mit der Elco-Duplex-Steckdose begonnen. Neu vorgelegt werden diesmal die Elco-Triplex-Steckdose, eine Dreifach-Unterputzsteckdose, bei der besonderer Wert auf raumsparende Anordnung der drei Steckdosen gelegt wurde, und die Schuko-Duplex-Steckdose (Abb. 6), eine Doppelsteckdose mit Schutzkontakten.

Schuko-Duplex-Steckdose. Elco-Triplex-Steckdose.

Abb. 6.

Der Installationsselbstschalter **Sursum R.I.S.** von der Firma Sursum Elektrizitätsgesellschaft Leyhausen & Co., Nürnberg, eignet sich infolge seiner kleinen Abmessungen (45 × 60 mm Grundfläche) (Abb. 7) bei verhältnismäßig hoher Abschaltleistung besonders für Verteilungstafeln. Die für den kleinen Sursum R. I. S. 0,5 bis 25 A verhältnismäßig hohe Abschaltleistung von 5000 A bei 250 V Gleichstrom wird durch die Blaswirkung zweier Magnete erreicht. Der Installations-Selbstschalter hat Freiauslösung und unabhängig voneinander arbeitende magnetische und thermische Auslösung. Die Schaltgeschwindigkeit ist so hoch, daß in Anlagen mit normalen Verhältnissen die Vorschaltung der nächst höheren Sicherungspatrone im Hausanschluß genügt; z. B. R. I. S. 10 A nach Schmelzpatrone 15 A. Die Abb. 8, ein Oszillogramm, gibt über die Schaltleistung des Schalters Aufschluß. Bei einer Kurz-

Abb. 7. Installationsselbstschalter Sursum R.I.S.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 303.

schlußstromstärke von 5000 A und 250 V beträgt die Abschaltzeit nur 0,0068 s.

A Stromstärke 26,5 mm = 2120 V *D* Löschzeit 5,0 mm = 0,0046 s
B Abschaltzeit 7,5 „ = 0,0068 s *E* Spannung 44,0 „ = 258 V
C Trennzeit 2,5 „ = 0,0022 s

Abb. 8. Oszillographische Aufnahme eines Kurzschlusses 5000 A 250 V mit einem Sursum R.I.S.

Verbesserungen und Vervollkommnungen sieht man auch vielfach bei den Ausstellern für elektrotechnisches Kleinmaterial. Die Firma Thiel & Schuchardt, Metallwarenfabrik AG., Ruhla, hat sich besonders die Ausgestaltung der **Fassungen** angelegen sein lassen. Von den Mignonfassungen angefangen bis zu den Goliathfassungen und den Sonderfassungen liegt eine reichhaltige Auswahl vor.

Wie im vorigen Jahr sind auf dem Stand der Firma Niedergesäß & Co., Berlin W 35, wiederum die bewährten **Niedax-Dübel** für die Befestigung von Installationsgerät, teilweise in neuer Durchbildung, zu sehen. Bei dem Niedax-Temperdübel (Abb. 9) bestehen die Dü-

Abb. 9. Niedax-Temperdübel.

belspreizen aus hochwertigem Temperguß. Die außen angeordneten widerhakenförmigen Verankerungsrippen ergänzen sich zu einem fortlaufenden Gewindegang. Beim Anzug arretiert sich der Dübel selbsttätig gegen Rückdrehen. Diese neue Dübelform wird zunächst bis ¾″ Gewinde ausgeführt und ist hauptsächlich für schwere Dübelarbeiten geeignet. Hingewiesen sei noch auf die neue jetzt vorliegende Einheitsform des Niedax-Ausgleichdeckels für Verteilungsdosen. Dieser ist als Deckel für Dosen jeder Größe verwendbar, unabhängig, ob diese Bajonett-, Schraub- oder Stülpverschluß besitzt. Neu entwickelt wurde auch die Isolier-Reihenschelle, die das Verlegen beliebig vieler Leitungen von verschiedenem Durchmesser mit nur einer Schelle gestattet.

Eine **Kabelbefestigungsschelle**, die das Kabel in Richtung der Schwerkraftwirkung klemmt, ist die neue Zan-

offen geschlossen

Abb. 10. Zangenschelle.

genschelle (Abb. 10) der Firma Kaiser & Spelsberg, Schalksmühle i. W. Die Kabel, die einen Durchmesser von 9 bis 20 mm haben können, werden von vorn eingelegt. Mit den unverlierbar angeordneten Zangenbacken werden dünne und dicke Kabel nicht nur gut geklemmt, sondern können damit evtl. ausgerichtet werden. — Der **Imperator-Deckelzwilling**, eine Neukonstruktion derselben Firma, erleichtert ebenfalls dem Monteur das Verlegen von Kabeln.

Ein neues Stahlband zum Einziehen von Leitungen in Isolierrohre ist das **Schlingenstahlband** der Firma Sallwey & Co., Darmstadt. Dieses Stahlband hat nicht eine Öse, sondern deren drei, die in der Längsrichtung gegeneinander versetzt angebracht sind — ein Wulst kann somit nicht entstehen, trotzdem die Drahtenden nicht abisoliert werden. Außer Zeitersparnis ergibt sich auch eine Ersparnis an Kupfer, da die Drahtenden auch nicht mehr abgeschnitten werden.

Das Streben, die Montagearbeit zu verkürzen und daher zu verbilligen, führte zu der Neukonstruktion eines **Wandeinbaulüfters** (Abb. 11), der von der Firma Maico-Elektro-Apparate-Fabrik, Schwenningen a. N.,

Abb. 11. Wandeinbaulüfter.

hergestellt wird. Der Lüfter wird bei dem Hersteller in einer Wandhülse fertig eingebaut; der Installateur hat nur noch die Anschlüsse herzustellen.

Kleintransformatoren werden für die verschiedensten Zwecke von der Firma Joh. Schlenker Metallwarenfabrik, ISMET-Apparatebau, Schwenningen a. N., ausgestellt. Schutztransformatoren für Bäckereien, solche für trockene und feuchte Räume, Streufeldtransformatoren, Prüftransformatoren, Dreh- und Hochspannungstransformatoren seien hier genannt. Neuerdings gesellen sich hierzu die Verdunklungstransformatoren für den Luftschutz. Neu auf den Markt kommt von derselben Firma das rundfunkentstörte **Universal-Läutewerk**, das für Wechselstrom- und Gleichstromspeisung eingerichtet ist.

Auf dem Schwachstromgebiet hat weiter die Firma Eugen Eichhoff, Elektrotechnische Fabrik, Lüdenscheid i. Westf., zusammensetzbare **Tablos** aus Isolierstoff „S“ herausgebracht, die für 2 bis 48 Felder brauchbar sind (Abb. 12). Neu sind ferner die beleuchteten **Klingelkontaktplatten**, ein Erzeugnis derselben Firma. Die kleinen Schwachstromglühlampen verbrauchen bei 8 V nur etwa 0,2 A; sie können also überall dort verwendet werden, wo Klingeltransformatoren benutzt werden.

Abb. 12. Tablo, links ohne, rechts mit Schutzkappe.

Meß-, Regel- und Fernwirktechnik.

Zur Messung hoher Spannungen ist ein aus einiger Entfernung bequem ablesbares Instrument erwünscht, das derb genug ist, um auch den Anforderungen außerhalb des Laboratoriums zu genügen. Die Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, stellt ein **Hochspannungs-Elektrometer** aus (Abb. 1), das auf das bekannte Goldblättchenelektroskop zurückgeht. Von den beiden gleichsinnig geladenen Elektroden steht die eine fest, während die andere sich parallel zu sich selbst verschiebt und ihre Bewegung auf einen Zeiger überträgt. Das Instrument wird z. Z. für Meßbereiche bis 300 kV gebaut. — Zur Untersuchung und Aufnahme rascher elektrischer Vorgänge, Wanderwellen, Schaltschwingungen usw. zeigt die Hochspannungs-Gesellschaft **Kathodenstrahl-Oszillographen**, von denen zwei Muster durchgebildet sind: das eine zur unmittelbaren Aufnahme von Spannungsvorgängen bis zu 100 kV ohne Spannungsteilung, das andere für Ablenkspannungen bis 500 V bei niedriger Kathodenstrahlspannung.

Abb. 1. Hochspannungs-Elektrometer.

Die Telefonbau- und Normalzeit AG., Frankfurt a. M., zeigt zur Feststellung von kleinen Isolationsfehlern und mangelhafter Erdung in gleichstromführenden Kabelanlagen (z. B. bei Bahnanlagen) einen **Kabelpotentialschutz**, der alle länger auftretenden Fehlströme meldet, die den Kabelmantel elektrolytisch zersetzen können. Andere Fehlströme, die z. B. durch kurze induktive Beeinflussungen entstehen, werden nicht angezeigt. Die Einrichtung (Abb. 2) besitzt ein hochempfindliches Relais, das zwischen Kabelmantel und Erde liegt und bei allen Potentialveränderungen anspricht. Das Relais wirkt auf eine Relaisanordnung, die infolge eines parallel geschalteten Elektrolytkondensators nur verzögert (nach 3 bis 10 s), also nur bei längeren Fehlströmen, in Tätigkeit treten kann.

Abb. 2. Kabelpotentialschutz.

Einen **Münzzähler** in neuartiger Gestaltung hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, geschaffen (Abb. 3). Der oben befindliche Münzeinwurf ist durch eine Einkerbung in der Isolierstoffkappe sofort sichtbar und auch im Dunkeln auffindbar. Der Einwurfsschlitz ist normalerweise von innen abgeschlossen und wird nur bei Einwurf einer Münze geöffnet. Münzeinwurf und Kassette sind vom eigentlichen Zähler vollkommen abgeschlossen, so daß Staub und Fremdkörper im ungünstigsten Falle nur bis in die Kassette gelangen können. Die Münzzähler werden in folgenden Ausführungen gebaut:

a) als Einfachtarif-Münzzähler, der für jede eingeworfene Münze eine bestimmte Menge elektrischer Arbeit zum Bezug freigibt;

b) als Münzzähler mit allmählichem Gebühreneinzug, bei dem außer dem Zähler auf das Kassierwerk noch ein kleiner Synchronmotor wirkt. Das durch Einwurf von Münzen entstandene Guthaben verringert sich also unabhängig vom stattfindenden Verbrauch in einem der Höhe der zu zahlenden Grundgebühr entsprechenden zusätzlichen Ablauf;

c) als Doppeltarif-Münzzähler mit allmählichem Gebühreneinzug, bei dem der Synchronmotor außerdem eine zwischen Zählwerk und Kassierwerk liegende Übersetzung ändert, so daß im niedrigen Tarif mehr kWh je Einwurfsmünze abgegeben werden als im hohen Tarif;

d) als zeitabhängige Münzkassierer zur Einziehung fester Beträge innerhalb eines gewissen Zeitabschnittes. Sie besitzen keinen kWh-Zähler, sondern nur das Kassierwerk und den Synchronmotor. Der Verbraucher ist gezwungen, regelmäßig Münzen einzuwerfen, wenn er verhindern will, daß der Verbrauchsstromkreis abgeschaltet wird.

Abb. 3. Einfachtarif-Münzzähler.

Da die Zähler nach dem Baukastenprinzip gebaut sind, kann man durch Einbau des Synchronmotors usw. den Einfachtarifzähler a) ohne weiteres in einen Zähler nach b) oder c) umwandeln.

Abb. 4. Konstantstrom-Eichgerät zum Eichen von Zählern am Einbauort.

Zum bequemen Eichen von Zählern am Einbauort hat die Koch & Sterzel AG., Dresden, eine tragbare **Konstantstrom-Zähler-Eicheinrichtung** für Einphasen- und Drehstrom gebaut. Ein solches Prüfgerät, wie es für die große Masse der 220 V-Einphasenstrom-Lichtzähler mit Nennströmen von 3 bis 5 und 10 A in Betracht kommt, wiegt nur rd. 13 kg (Abb. 4). Es arbeitet in 220 V-Netzen

unabhängig von der jeweiligen Netzspannungshöhe, indem mit Hilfe von Eisenwasserstoff- und Urandioxyd-Widerständen ein konstanter Strom hergestellt wird. Dieser wird durch einen Stromwandler auf 10/5 und 3 A in ½, $^1/_{10}$ und $^1/_{20}$ dieser Werte transformiert und über einen Steckerwählschalter und einen Promille-Stromwandler, an welchen der Eichzähler angeschlossen wird, dem Prüfling zugeführt. Der konstante Strom dient außerdem dazu, eine von der Höhe der jeweiligen Netzspannung unabhängige Spannung von 220 V für Zählerprüflinge und Eichzähler herzustellen. Diese Spannung kann durch Umlegen eines kleinen Kippschalters von Phasengleichheit mit dem Strom über eine Kunstschaltung auf 60° umgeschaltet werden.

Außerdem zeigt die Koch & Sterzel AG. eine **vollselbsttätige Zähler-Eicheinrichtung,** die ebenfalls auf dem Gleichlast-Eichverfahren aufgebaut ist. Die Umdrehungszahlen des Eichzählers und des zu prüfenden Zählers werden mit Lichtstrahlen abgetastet, die ihrerseits eine photoelektrische Verstärkungseinrichtung beeinflussen; der zu prüfende Zähler kann dabei sogar geschlossen und plombiert bleiben. Mit nur einem Eichzähler können Prüflinge geprüft werden, deren Nenndrehzahlen zwischen 20 und 90 in der Minute liegen, wobei die Zählerkonstante mit einer Stufung von 1 ‰ eingestellt werden kann. — Erwähnt sei noch, daß der bereits früher gezeigte **Gleichstromwandler**[1]) der Firma inzwischen für Stromstärken bis zu 50 000 A gebaut worden ist.

Zur Nachprüfung der bei der Zählereichung und auch sonst benutzten tragbaren Meßinstrumente bedient man sich vorteilhaft des Stufenkompensators nach Dr. Schmidt. Die Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M., stellt diese Einrichtung als meßfertig geschalteten **Kompensations-Meßtisch** aus (Abb. 5), und zwar kann man neuerdings den Fehler des Prüflings unmittelbar in Skalenteilen an der entsprechend geteilten Skala des Galvanometers im Stufenkompensator ablesen. Man kann also grundsätzlich das gleiche Meßverfahren wie bei einem Präzisionskompensator, wenn auch nur für 10 bestimmte Skalenpunkte, anwenden. Alle Teile, auch die bisher einzeln auf der Tischplatte aufgestellten Normalwiderstände, sind jetzt in die Tischplatte versenkt eingebaut. Links befindet sich der Stufenkompensator nach Dr. Schmidt, anschließend ein Kurbelspannungsteiler, ein Stufennormalwiderstand, z. B. für 11 Nennströme von 0,5 bis 50 A, und der Hauptschalter. Neuartig ist das Lichtmarkengalvanometer mit ebener, durchscheinender Skala aus Opalglas, auf welche die Zeigermarke mit Hilfe von Spiegeln von rückwärts geworfen wird. Die Zeigermarke wirkt infolgedessen selbstleuchtend und kann wegen ihrer großen Helligkeit auch bei vollem Tageslicht abgelesen werden. An dem besonderen Kurbel-Spannungsteiler kann man jede beliebige ganzzahlige Spannung, z. B. zwischen 1 und 210 oder 1 und 610 V, einstellen und diese somit genau kompensieren. Dadurch ist es möglich, Spannungs- und Leistungsmesser an jedem beliebigen Skalenpunkt, nicht nur an den 10 durch den Stufenkompensator festgelegten, zu prüfen. Weiterhin kann man nunmehr mit Hilfe dieses Kurbelspannungsteilers und unter Verwendung eines Normalwiderstandes auch Widerstandsmessungen in gleicher Weise wie mit dem Präzisionskompensator bei dem vollen Nennstrom des zu messenden Widerstandes (z. B. im Spannungspfad eines Leistungsmessers) vornehmen.

Abb. 5. Kompensations-Meßtisch mit Stufenkompensator.

Es seien nun einige gute Lösungen aus dem Gebiet der Regler und der Fernwirktechnik besprochen, die sich auf der Messe finden. Neufeldt & Kuhnke G. m. b. H., Kiel, haben **Maschinentelegraphen** zur Übermittlung der Kommandos von der Brücke nach dem Maschinenraum ausgestellt. Neuartig ist bei dieser Übertragungseinrichtung, daß die beiden Brückenseitengeber selbsttätig gegeneinander umgeschaltet werden, so daß beliebig von der einen oder anderen Brückenseite Befehle gegeben werden können, ohne daß von Hand Umschalter oder ähnliches betätigt werden. Weiter ist an dieser Anlage interessant, daß die Alarmmittel so lange in Tätigkeit bleiben, bis das richtige Kommando quittiert worden ist. Die Firma zeigt unter anderem auch eine **Fernzeigeranlage** mit elektrischem Übertragungssystem, bei der die Skala des Empfängers dem jeweiligen bewegten Teil — Schleuse, Klappbrücke usw. — nachgebildet ist (Abb. 6), sowie **elektro-hydraulische Regler** zur Regelung von elektrischen Größen und von Druck mit großen Verstellkräften (Abb. 7). Dabei ist eine neuartige Öldrucksteuerung erwähnenswert, die als Fernsteuerapparat geschaltet ist. Der Regler führt die auf der Geberseite eingeleiteten Bewegungen mit hoher Geschwindigkeit und großer Genauigkeit aus.

Abb. 6. Drosselklappenstellungs-Fernzeiger.

Abb. 7. Elektro-hydraulischer Regler.

[1]) ETZ 57 (1936) H. 2, S. 37.

Einen **Kontaktregler** zur Konstanthaltung der Drehzahl von Motoren und Umformern bei schwankender Spannung oder Belastung hat die Dr. Max Levy G. m. b. H., Berlin, entwickelt.

Der **Brückenregler** (Abb. 8) von Siemens & Halske AG. ist ein elektrisches Regelgerät zur Steuerung von Vorgängen, die von einer Größe oder mehreren zueinander in Beziehung stehenden Größen abhängen. Dabei handelt es sich um Vorgänge, die durch Widerstandsänderungen nachgebildet werden können, wie sie bei der Temperaturmessung an Widerstandsthermometern oder bei der Fernübertragung von Druck- und Mengenmessungen an Ringrohr-Ferngebern entstehen. Der Brückenregler enthält ein ausschlagabhängiges Steuerrelais mit Drehspulmeßwerk, das als Nullgalvanometer in einer Wheatstoneschen Brücke liegt. Die sich ändernden Widerstände werden in die Brückenzweige geschaltet. Sobald ein Widerstandswert schwankt, spricht das Steuerrelais an und regelt den abhängigen Wert so, daß die Brücke in die neue Gleichgewichtslage kommt. Der Regler läßt sich beispielsweise verwenden: zur Temperaturregelung mit Widerstandsthermometern, zur Behälterstandmessung (Flüssigkeitsstand), zur Gemischregelung von zwei verschiedenen Stoffen, als Rohrbruchsicherung für große Wasserleitungen, bei der selbsttätigen Kesselregelung und zur Speisewasserregelung.

Abb. 8. Brückenregler.

Zur Messung der absoluten und der relativen Luftfeuchte wurde von Siemens & Halske ein neuer elektrischer **Klein-Feuchtegeber** geschaffen. Abb. 9 zeigt seinen einfachen Aufbau. Das Gerät arbeitet nach dem psychrometrischen Verfahren mit elektrischen Widerstandsthermometern. Diese liegen vollkommen frei, so daß die Luft ungehindert vorbeistreichen kann. Gegen mechanische Beschädigungen sind sie durch zwei Bügel geschützt. Als Meßschaltung dient eine Wheatstonesche Brücke in Verbindung mit einem Brücken-Kreuzspulgerät, das es gestattet, die relative oder absolute Feuchte unmittelbar anzuzeigen bzw. aufzuzeichnen. An die Brücke lassen sich auch elektrische Regler, z. B. zur Steuerung von Klimaanlagen, anschließen.

Abb. 9. Feuchte-Meßgerät.

Abschließend sei noch der ebenfalls von Siemens & Halske geschaffene **Wärmeregler für Bahnen** genannt, der die Raumtemperatur in Eisenbahnabteilen selbsttätig regelt. Als Vorbild dienten hierbei die Siemens-Ausdehnungsregler mit Vakuumschalter. Für die Regler in D-Zug-Wagen hat sich als Wärmefühler eine Membrandose, die mit dem Dampf einer geeigneten Flüssigkeit gefüllt ist, am besten bewährt. Bei Abweichungen von der eingestellten Temperatur wird durch die sich ausdehnende bzw. zusammenziehende Membrandose der Vakuumschalter betätigt, der elektromagnetisch angetriebene Dampfventile steuert bzw. die elektrische Heizung unmittelbar ein- oder ausschaltet.

Lichttechnik.

Für die Beleuchtung von Hauptverkehrsstraßen besonders außerhalb der Städte wird die Metalldampflampe in Zukunft eine größere Bedeutung erlangen. Aus diesem Grunde sind die Bestrebungen der einschlägigen Industrie darauf gerichtet, diese Leuchten immer mehr zu vervollkommnen.

So hat die Firma Hellux AG., Hannover, für diese Natriumdampflampen besondere **Spiegelleuchten** herausgebracht, die eine ausgeprägte bandförmige Lichtverteilung gewährleisten. Sonderspiegel werden an den beiden Längsseiten der waagerecht brennenden Röhre angeordnet (Abb. 1), damit das Licht bevorzugt in Richtung quer zur Röhrenachse ausgestrahlt wird. Durch Fassungsverstellung kann die Lichtverteilung der Leuchte geändert und somit den örtlichen Verhältnissen angepaßt werden. Die elektrotechnische Fabrik Pötter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen, hat auf diesem Gebiet ebenfalls ihre Konstruktionen in Natriumdampf-, Quecksilberdampf- und Mischlichtleuchten weiterentwickelt und verbessert. Bei der **Natriumdampfleuchte** ist das Zubehör im Gehäuse eingebaut. Um bei pendelnder Aufhängung die Leuchte genau ausbalancieren zu können, ist die Drosselspule beweglich angeordnet. Für die Kombinationsleuchten, die dieselbe Firma schon auf der Frühjahrsmesse 1935 zeigte, wurde für nicht herablaßbare Straßenüberspannungen eine **Einheits-Drahtseilaufhängung** entwickelt, die an Ort und Stelle auf jede Installationsart durch Zusammenbau entsprechender Einzelteile zugeschnitten werden kann.

Abb. 1. Spiegelleuchte für Natriumdampflampen.

Für die Außenbeleuchtung hat die Firma G. Schanzenbach & Co., G. m. b. H., Elektrotechnische und Lichttechnische Spezialfabrik, Frankfurt (Main) -West 13, ebenfalls neue Modelle mit eingebauten Spiegelreflektoren geschaffen. Diese sind so geformt, daß sie den auf sie auftreffenden Lichtstrom in zwei Richtungen verteilen. Auf diesem Prinzip beruhend, hat die Firma ein- und zweiflammige Leuchten bis 500 W Gesamtleistung geschaffen.

Für die Beleuchtung untertage und für explosionsgefährdete Betriebe war es von jeher das Bestreben der Lieferfirmen, **explosionssichere Leuchten** zu schaffen, die einen möglichst hohen Grad der Sicherheit bieten. Die Firma Gebr. Hannemann & Cie. G. m. b. H., Düren/Rhld., hat für diese Zwecke neue Modelle geschaffen, die den besonderen Erfordernissen Rechnung tragen (Abb. 2). Die Siemens-Schuckertwerke zeigen ihre auch im Ausland behördlich anerkannte schlagwetter- und explosionssichere Überdruckleuchte L 169 BW, die für 100-W-Glühlampen bemessen ist. Von der Pötter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen, wurde ferner eine **staub- und gasdichte Leuchte** entwickelt, die in erster Linie für die Beleuchtung von staubigen Betrieben in der Braunkohlenindustrie bestimmt sind. Sämtliche Außenflächen

Abb. 2. Explosionssichere Leuchte.

der Armatur sind unter 60 ° geneigt, so daß sich größere Staubmengen nicht absetzen können. Das Glas wird mit dem gußeisernen Haltering bajonettverschlußartig im Gehäuse eingesetzt und mit kräftigen Schrauben gleichmäßig gegen die Asbestdichtung gedrückt.

Für die zweckmäßige Beleuchtung des Arbeitsplatzes wurden verschiedentlich neue Leuchten geschaffen bzw. frühere Modelle verbessert. Die Firma Gebrüder Jacob G. m. b. H., Zwickau i. Sa., hat sich besonders der Ausbildung der **Arbeitsplatzleuchten** gewidmet. Bei verschiedenen **Tischleuchten** ist ein Kugelgelenk am Fuß der Leuchte untergebracht (Abb. 3). Das Kugelgelenk hat Selbsthemmung, so daß der Reflektorarm der Leuchte in jeder Richtung stehen bleibt. Da außerdem noch Kipp- und Drehbewegung am Reflektor selbst möglich ist, können die Leuchten in jede gewünschte Lage gebracht werden.

Abb. 3. Tischleuchte mit Kugelgelenk.

Eine **ausziehbare Gelenkleuchte** hat die Firma G. Schanzenbach & Co. G. m. b. H., Frankfurt (Main)-West 13, geschaffen. Diese dient hauptsächlich der Beleuchtung von Werkplätzen und Arbeitsmaschinen. Auf einer Grundplatte, die zum Anschrauben oder Anklemmen eingerichtet ist, befindet sich ein Doppelkugelgelenk (Abb. 4). Der dadurch in weiten Grenzen schwenkbare Stabarm ist ausziehbar eingerichtet. Da der Reflektor an dem Stabarm wiederum mittels Gelenkes befestigt ist, läßt sich der Lichteinfall nach jeder Richtung hin einstellen.

Abb. 4. Ausziehbare Gelenkleuchte für Arbeitsplatzbeleuchtung.

Die Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld bei Weimar, stellt wiederum ihre **Weimarleuchten** aus Edelpreßstoff aus. Außer dem Vorteil der hohen Isolierung haben diese Leuchten aus Isolierstoff den Vorteil der Abwaschbarkeit; weder Luft noch Flüssigkeit können diesem deutschen Werkstoff etwas anhaben.

Die neuartige **Lichtreklame Tubalux**, eine mit Kathodenglimmlicht arbeitende Schriftleuchte, wird von der Firma Otto Preßler, Leipzig C 1, hergestellt. In einem Glaszylinder von etwa 65 cm Länge und 70 mm Dmr. werden die jeweils gewünschten Schriftzüge eingeschmolzen, die aus einem präparierten Sonderdraht hergestellt sind und sich beim Anlegen von Spannung (220 V) mit Glimmlicht bedecken. Um ein klares und schon weithin sichtbares Schriftbild zu erreichen, ist der Reflex der Buchstaben an der Rückwand der Leuchte durch eine innere, halbseitige Mattierung des Glaskolbens unterbunden. Ein Belag an der Rückwand des Glaszylinders erhöht die Lichtausbeute und dient zur Abschirmung der übrigen Schaufensterbeleuchtung. Die Tubalux-Lichtreklame kann an jede Lichtleitung direkt angeschlossen werden. Die Betriebskosten sind, da das Gerät mit Glimmlicht arbeitet, gering.

Die Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H., Hanau, zeigt ihre neue **Schaufenster-Effektlampe**, deren Brenner eine für das Auge fast unsichtbare Strahlung (ultraviolett) ausstrahlt, die aber die Reklame-Leuchtfarben zur lebhaften Fluoreszenz anregt. Auf demselben Prinzip beruht die größere Bühnen-Effektlampe.

Werkstoffe und Bauteile.

Als vielseitig verwendbarer Werkstoff, der praktisch ganz als deutsches Erzeugnis bezeichnet werden darf, spielt das Aluminium heute in der Elektrotechnik eine wichtige Rolle. Die Bergmann-Elektricitäts-Werke AG., Berlin, hat einige **Aluminiumlegierungen** unter dem Namen „Bergal" zusammengestellt. „Bergal-BD" ist eine gut bearbeitbare und aushärtbare (vergütbare) kupferhaltige Leichtmetallegierung, die wegen ihres geringen Gewichtes und ihrer dabei doch hohen mechanischen Werte vielfach dem für die gleichen Zwecke verwendeten Messing vorzuziehen ist (Zugfestigkeit rd. 44 kg/mm², Brinellhärte 110, Bruchdehnung 12 %, spez. Gewicht 2,8). Aus dieser Legierung stellt die Firma Stangen, Profilstangen und Warmpreßteile her. „Bergal-C" nach DIN 1713 A 4 eignet sich besonders für Profilstangen, wie sie etwa im Fahrzeug- und Waggonbau gebraucht werden.

Ähnlich dem Aluminium haben die Preßmassen ein sich von Jahr zu Jahr erweiterndes Anwendungsgebiet gefunden und sind dementsprechend auf der Messe vielfältig vertreten. So zeigt die H. Römmler AG., Spremberg (N.-Lausitz), **Sonderpreßmassen**, die restlos aus heimischen Rohstoffen hergestellt sind und bei geringem Gewicht große Festigkeit besitzen. Diese Eigenschaften sind z. B. bei der Herstellung von Schneerohren für Feuerlöschzwecke wertvoll. Weitere Fortschritte sind erreicht worden in der Einbettung von Drähten und anderen Metallkörpern in Preßteile sowie in der Herstellung der verschiedenartigsten Preßstoffgewinde mit besonders engen Toleranzen. Neben neuen geschichteten Preßstoffen, die vorwiegend für die Reklametechnik gedacht sind, verdienen die **Kunstharzpreßstoffe für Gleitlager** erwähnt zu werden. Diese Lager eignen sich insbesondere durch ihre hohe Verschleißfestigkeit, Kraft- und Schmiermittelersparnis, ihren niedrigen Reibungswert für staub- und gesteinverarbeitende Betriebe, Hüttenwerke, Maschinenfabriken und für den Bergbau.

Über Kunstharze, Preßmasse, Preßharze u. dgl. bietet auch die Aug. Nowack AG., Bautzen, einen guten Überblick; Rohre, Leisten und Profile stellt die Firma nach einem eigenen **Strangpreßverfahren** her. — Eine **Schnellpreßmasse** für die Elektrotechnik, die bis 195 ° Preßtemperatur farbbeständig ist (gewisse Sorten auch säure- und laugenbeständig), stellt unter dem Namen „Faturan" die New York-Hamburger Gummi-Waren Comp., Hamburg, aus. Die Firma zeigt auch Teile aus **Hartgummi**, das dank seiner guten Isolierfähigkeit und seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit, Laugen und Säuren für die Elektrotechnik und die Elektrochemie wertvoll ist. Durch gewisse Zusätze kann man Hartgummi zu einem elektrischen Leiter machen, der gleichzeitig die guten Eigenschaften des Hartgummis als Säureschutz beibehält. Weiter sind **Kunstharzlager** aus Hartpapier und Hartgewebe ausgestellt.

Plattform-Haltestangen aus Preßstoff (Kresol und Formaldehyd), wie sie die Isola Werke AG., Birkesdorf-Düren i. Rhld., zeigen, empfehlen sich durch Aussehen, Haltbarkeit und hygienische Eigenschaften für den Bahn- und Omnibusbau. Über die Preßstoff-Stromschiene der Isola Werke wurde schon im Abschnitt „Leitungen" berichtet[1]).

Für die **Veredlung von Kunststoffplatten** werden u. a. Masapapiere verwendet (Hersteller: Masa G. m. b. H., Berlin). Der Papierrohstoff besteht hauptsächlich aus Natronzellstoff und wird je nach der zu erzielenden Maserung mit einer Grundfarbe vorgedruckt. Das Muster wird in beliebigem Farbton aufgedruckt, so daß man jede Tönung eines Originalholzes erreichen kann. Die Papiere sind für Bakelisierzwecke geeignet und gestatten eine einwandfreie laufende Herstellung. Die Wiedergaben sind so genau, daß sie selbst bei näherer Untersuchung kaum eine Nachahmung vermuten lassen. Bei Verwendung entsprechender Grundfarben kann man mit dem Masa-Verfahren die Kunststoffplatten auch unmittelbar bedrucken.

Das Bestreben, bei Herstellung von Wicklungen an elektrischen Maschinen die Isolierstoffe mit schlechter Wärmeleitfähigkeit zu beseitigen, veranlaßte die Firma

[1]) Siehe S. 245 dieses Heftes.

Hermann Frenkel, Leipzig-Mölkau, zur Ausarbeitung eines **Sonderlackes** „Garantator R 8063". An Stelle der bisher üblichen Baumwollumbandelung erhalten die Stäbe im Tauchverfahren einen Überzug. Die Haftfestigkeit und Elastizität dieses Lacküberzuges, insbesondere aber die mechanische Festigkeit des emailleartigen Lackfilmes gestatten ein nachträgliches Biegen und Formen der Stäbe, ohne daß die erwähnten Eigenschaften eine Einbuße erleiden. Die Stäbe lassen sich auch in geschlossene Nuten leicht ohne Schlupfmittel einbringen.

Schon im Vorjahr waren die Erfolge bei der **Glasverschmelzung keramischer Stoffe** erwähnt worden[2]). Das Laboratorium Dr. Scharfnagel, Stuttgart, zeigt neue Forschritte auf diesem Gebiet. Die Verschmelzung auch solcher Stoffpaare, die im Ausdehnungsverhalten weit unterschieden sind, ist so weit vorangekommen, daß heute bereits Verbindungen keramischer Körper mit Metallstäben oder -rohren auch großer Abmessungen durch Glasverschmelzung möglich sind. Besonders zu bemerken ist, daß die Aneinandersetzung des keramischen und des Metallteiles hierbei ganz kurz erfolgen kann, also keine Glasverbindungsstücke größerer Länge eingeschaltet werden. Die keramischen Magnesiumsilikate „Frequenta" und „Steatit" der Steatit-Magnesia AG. erlauben die Verschmelzung mit einer überraschend großen Zahl verschiedener Gläser auch bei verwickelter Formgebung des keramischen Stückes, so daß man in fast allen praktischen Fällen leicht verarbeitbare Gläser, auch Weichgläser, anwenden kann. Die Untersuchungen wurden erfolgreich ausgedehnt auf Verschmelzungen, bei denen das Steatitteil eng mit verschiedenen Metallen zusammensitzt, also schon mit Rücksicht auf das Metall nur eine beschränkte Auswahl von Gläsern zur Verfügung steht (Abb. 1).

groß: Nickelstahl klein: Kupfer

Abb. 1. Frequentarohre mit angeschmolzenen Metallrohren.

Eine neue **Stromeinführung in Quarzglas** zeigen die neuesten Quarzbrenner der Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H., Hanau. Hier ist wohl zum ersten Male eine hochvakuumdichte unmittelbare Einschmelzung von Metall in Quarzglas angewandt. Die Stromeinführung besteht aus einem besonders vorgerichteten, nur wenige μ dicken Metallstreifen von einigen Millimeter Breite. Die gute Haftung von Metall und Quarzglas ergibt eine völlig hochvakuumdichte Einschmelzung, ohne daß die in den dünnen Blättchen auftretenden Spannungen ein Springen des Quarzglases hervorrufen können. Die Abmessungen sind kleiner als bei den bisher üblichen Abdichtungen, das Brennergewicht ist durch den Fortfall der Quecksilberdichtung erheblich verringert. Der Querschnitt des Metallbandes kann infolge der größeren abkühlenden Oberfläche ebenfalls kleiner sein als bei runden Drähten, dadurch sind höhere Strombelastung und Ersparnis an Werkstoff möglich. Die neue Stromeinführung ermöglicht auch die volkswirtschaftlich wichtige Einsparung von Quecksilber.

Die ersten rutilhaltigen **Kondensatorbaustoffe** mit hoher Dielektrizitätskonstante erwiesen sich zwar für viele Zwecke der Hochfrequenztechnik als vorzüglich brauchbar, der Verwendung im Niederfrequenzgebiet stand jedoch ein auffallend hoher Niederfrequenzverlust entgegen. Während im Rundfunkwellenbereich der Verlustfaktor nur 0,5 bis 1,5 ‰ beträgt, wächst er stark mit abnehmender Frequenz und liegt für 800 Hz etwa zwischen 10 und 30 ‰. Außerdem wächst bei den genannten Stoffen der Verlustfaktor stark mit der Temperatur: Bei 300 ° C findet man auch für Hochfrequenz Verlustfaktoren in der Größenordnung von 40 ‰. Ein überraschender Erfolg ließ sich erzielen, als die ursprüngliche Stoffgrundlage, das Titandioxyd, teilweise verlassen und statt dessen Gemenge von Titandioxyd mit anderen mineralischen Stoffen als Träger der hohen Dielektrizitätskonstante verwendet wurden. Die Steatit-Magnesia AG., Berlin, zeigt eine Gruppe verbesserter Werkstoffe dieser Art. Ihr besonderes Kennzeichen ist die Verminderung des Hoch- und Niederfrequenzverlustes und seiner Temperaturabhängigkeit. Die Dielektrizitätskonstante der neuen Stoffe erreicht zwar nicht die von Kerafar R und S gehaltenen Höchstwerte von 70 bis 80, hält sich jedoch immer noch zwischen 40 und 60. In der nachstehenden Tafel ist auch der Werkstoff Diacond[3]) (Magnesiumtitanat) aufgeführt, der eine Fortentwicklung des Kerafars in anderer Richtung darstellt.

Werkstoff		Dielektrizitätskonstante ε	$\Delta\varepsilon/\varepsilon$ je 100 ° C %	Verlustfaktor ‰ 10^6 Hz, 20 ° C	Verlustfaktor ‰ 10^6 Hz, 300 ° C	Verlustfaktor ‰ 800 Hz, 20 ° C
Kerafar R u. S		70 ··· 80	— 7	0,5 ··· 1,5	30 ··· 50	30
Neue Stoffgruppe	Kerafar T (verbessert)	45	— 6	0,3 ··· 0,6	—	0,7
	Kerafar U	55	— 7	0,3	0,7	0,5
Diacond		17	+ 0,3	0,1	—	1

Wolframkontakte in Form von Bolzen, Schrauben, Nieten, Platten usw. stellt die Gesellschaft für Wolfram-Industrie m. b. H., Berlin N 24, aus. Die Kontakte bestehen aus sehr reinem Wolfram, denn mit dem Reinheitsgrad steigen Schmelzpunkt und Duktilität, die Stoffwanderung wird geringer, also die Lebensdauer des Kontaktes höher. — Anschließend an die Kontakte seien noch einige andere Bauteile erwähnt. Die Elektro-Isolier-Industrie m. b. H., Wahn (Rhld.) hat als Neuerung **Wahnerolschläuche** und **Wahnofildrähte** ausgestellt. Die Wahnerolschläuche sind aus einem elektrisch, chemisch und mechanisch hochwertigen Isolierstoff ohne Gewebeeinlagen hergestellt. Mit demselben Stoff sind die Wahnofildrähte und -kabel isoliert. Die Firma zeigt außerdem Emailledrähte, Hochfrequenzlitze, Schaltdrähte, öl- und zelluloselackierte Schläuche auf Baumwoll- und Seidengewebe, Kabel, Hartpapier- und Hartleinenerzeugnisse, z. B. die formgepreßten Canvass- und Cambric-**Hartleinen-Zahnräder.**

Das Dralowid-Werk, Teltow b. Berlin, hat in den Pantohm-Widerständen für Rundfunk- und Starkstromgeräte **tropenfeste Widerstände** entwickelt. Diese Widerstände haben eine Drahtwicklung auf mechanisch sehr festem und dicht gebranntem keramischem Körper und sind mit einer vollkommen feuchtigkeitsdichten Glasur überzogen. Für die vereinfachten Kontakte wird ein tropenfestes Metall verwendet. Diese Widerstände haben langdauernde Versuche in einer Tropenkammer, welche die wahren Arbeitsbedingungen so weit wie möglich nachahmt, überstanden, und haben sich auf Schiffen und im Bahnbetrieb gut bewährt.

Von der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. AG., Selb, werden **emaillierte Widerstände** gezeigt, die für Sender, Gleichrichter, Relais, für das Bahnwesen, als Vorschaltwiderstände usw. geeignet sind. Der Rosenthal-Hochleistungswiderstand ist mit einer Glasur bedeckt, die mit Chrom gesättigt ist und infolgedessen den Chromnickeldraht nicht angreifen kann. Sie ist auf einer ganz anderen Grundlage als die Eisenemaillen aufgebaut. Die Isolationswerte der neuen Emaille sind auch bei hohen Temperaturen so günstig, daß die Widerstände ohne Bedenken mit 450 bis 500 ° C betrieben werden können. Trotz dieser erhöhten Temperatur bleibt die Emaille absolut frei von Haarrissen. Der Draht unter der Emailleschicht ist vollkommen blank, und unter dem Mikroskop ist kein chemischer Angriff unter der Emaille auf der Oberfläche des Drahtes festzustellen. Sämtliche elektrische Verbindungen unter der Emailleschicht sind geschweißt, es ist also keine Klemmverbindung vorhanden, die im Laufe der Zeit zu Wackelkontakten Anlaß geben könnte. Dank der hohen Betriebstemperatur konnte die Oberflächenbelastbarkeit 2 bis 3 W/cm² erreichen; die Widerstände haben entsprechend sehr kleine Abmessungen. Sie werden listenmäßig für 15 bis 225 W Dauerbelastung und bis 100 000 Ω hergestellt.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 244.

[3]) ETZ 56 (1935) S. 245.

Chromnickel-Heizdrähte, Widerstandsdrähte und -bänder stellen die Edelstahlwerke I. C. Söding & Halbach, Hagen i. W., aus. Bei den hierzu verwendeten Baustoffen — den eisenhaltigen und den eisenfreien Chromnickel-Legierungen sowie den Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen, „Söding-Alsichrom" für Temperaturen bis 1300 ° bei hoher Beständigkeit gegen schwefelhaltige Gase — ist es durch stetige Entwicklungsarbeit gelungen, die Hitzebeständigkeit der Heizleiter und damit die Lebensdauer der Geräte ganz beträchtlich zu erhöhen. In verschiedenen Formen, wie z. B. Bleche, Drähte, fertige Kästen usw., werden weiter hochhitzebeständige Legierungen für Temperaturen bis 1200 ° gezeigt.

Verschiedenes.

Die elektrische Fahrradbeleuchtung mit kleiner Dynamo ist heute bereits Allgemeingut geworden. Als Zusatz zeigt die Accumulatorenfabrik Dr. Theodor Sonnenschein, Berlin NW 87, den **Fahrrad-Akkumulator,** der über einen eingebauten Trockengleichrichter von der Dynamo gespeist wird. Der Akkumulator — je nach der vorhandenen Dynamo für 2 oder 4 V — wiegt nur 0,7 kg und läßt sich leicht an der Vordergabel oder am Rahmen des Rades anschellen. Die Fahrradlampe leuchtet bei Benutzung des Akkumulators stets gleich stark, auch bei Stillstand des Rades oder beim Führen, wie dies in der Reichsstraßen-Verkehrs-Ordnung verlangt wird.

Abb. 1. Turmuhr-Schlagwerk.

Die Telefonbau und Normalzeit A G., Frankfurt a. M., zeigt ein neues **Turmuhrschlagwerk** (Abb. 1), das mit jedem vorhandenen Werk leicht in Verbindung gebracht werden kann und nur wenig Platz erfordert. Es besteht aus dem Steuer- und Schlagwerk. Das von dem Uhrwerk angetriebene Steuerwerk (in Schutzkasten, nicht abgebildet) schaltet den Motor des Schlagwerks ein, der den Hebel des Hammers hebt. Die Anzahl der Schläge wird dadurch begrenzt, daß der Stromkreis für das Relais des Steuerwerks bei angehobenem Hammerhebel jedesmal geschlossen wird und den Rechen zahnweise zurückstellt, den die Stufenscheibe entsprechend tief hatte einfallen lassen. In der Ruhelage des Rechens ist der Motorstromkreis dann unterbrochen. Das Turmuhrschlagwerk wird für Viertel-, Halb- und Voll-Stundenschlag gebaut.

Das an sich bereits bekannte Wasser-**Entkeimungsgerät** „Uster" der Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H., Hanau, das mit ultravioletten Strahlen arbeitet, ist neuerdings in einer verbesserten Ausführung herausgebracht worden, da seitens der Milchindustrie und der Brauereien der Wunsch nach einem völlig druckwasserdichten, auch gegen rauhere Behandlung widerstandsfähigen Gerät bestand. Das eigentliche Bestrahlungsgefäß ist jetzt außen ganz aus Metall ausgeführt und ersetzt damit auch den früheren Schutzmantel. Der äußere Glaszylinder ist fortgefallen. Zur Vermeidung von Bakterienherden sind alle einspringenden Ecken nach Möglichkeit vermieden. Das Gerät ist an den Kanten abgerundet und außerdem durch entsprechende Befestigung in einem gewissen Abstand von der Wand angebracht, so daß auch hier keine Schmutzecken entstehen können und eine Reinigung leicht zu bewerkstelligen ist. Das Vorschaltgerät ist ebenfalls in einem druckwasserdichten Gehäuse untergebracht.

Abb. 2. Panzer-Schnellflechtmaschine.

Eine **Panzer-Schnellflechtmaschine** (Abb. 2) ganz neuartiger Konstruktion, bei der mit 24 Spulen gearbeitet wird, zeigen Froitzheim & Rudert, Berlin. Man braucht eine nicht zu große Anzahl von Drähten auf jede Spule spulen und es wird ein in allen Einzeldrähten ganz fest anliegendes Geflecht erzeugt. Erstmalig werden noch folgende Maschinen gezeigt: eine Telephonader-Umspinnmaschine mit zwangläufigem Spinnerantrieb und eine Seidendraht-Schnellumspinnmaschine für feinste Drähte, deren Spinner mit 8000 U/min arbeiten.

Wohl selten wurde eine so umfassende Schau der für Lichtspielhäuser und andere Verwendungszwecke erforderlichen **Tonfilmgeräte** neuester Konstruktion gezeigt wie auf der diesjährigen Frühjahrsmesse. Die von der Klangfilm G. m. b. H., Berlin, erst im letzten Jahr geschaffene „Europa"-Reihe ist vollzählig zu sehen, an der Spitze die Europa-I-Apparatur für große und größte Lichtspielhäuser; es folgt die Europa-Junior-Apparatur, die in einen vollständig eingerichteten Vorführraum betriebsfertig eingebaut ist. Ebenfalls für Normalfilme ist ein Koffergerät ausgestellt, das überall da Verwendung findet, wo Lichtspieltheater mit fest eingebauten Tonfilmapparaturen nicht zur Verfügung stehen, sowie schließlich noch das Schmaltonfilm-Gerät, das heute schon in erheblichem Maße den Weg in Schule und Unterricht gefunden hat.

Abschließend sei noch eines praktischen Hilfsmittels für den Elektrotechniker gedacht, des **Rechenschiebers „Elektro-Praktikus"** von Dr.-Ing. Seehase, Berlin SO 36. Der schon früher in der ETZ beschriebene[1]) Rechenschieber ist der Jetztzeit angepaßt worden. Für die Ermittlung der Lampenzahl, für die Beleuchtung eines Raumes mit einer gegebenen Lichtstärke sind (Vorderseite) die Marken für die Lampen von 40 bis 100 W ersetzt worden durch Marken, die den Lichtströmen der neuen Doppelwendellampen entsprechen. Außerdem ist ein zweiter, mit η_i bezeichneter Wirkungsgradpfeil angeordnet worden, so daß man den Elektro-Praktikus nunmehr ohne weiteres auch in den Ländern verwenden kann, in denen die verlangte Beleuchtungsstärke nicht in Hefnerlux, sondern in internationalen Lux gegeben ist. Bei der Berechnung von Leitungsquerschnitten auf Spannungsverlust (Rückseite) kann man jetzt außer den Kupferquerschnitten auch die Aluminiumquerschnitte ablesen. Auch bei der Querschnittsberechnung erscheinen wie bei der Lampenberechnung nach Einstellen der gegebenen Werte sofort alle Ergebnisse gleichzeitig, sowohl für alle Querschnitte als auch für beide Leitungsstoffe, so daß man nie zweimal einzustellen braucht.

[1]) ETZ 52 (1931) S. 1010.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Erdung.

Die seit 1. Januar 1924 gültigen „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" VDE 0141/1924 sind in verschiedenen Einzelheiten überholt und nicht mehr zeitgemäß. Es ist beabsichtigt, die Neubearbeitung der genannten Bestimmungen in den nächsten Wochen in Angriff zu nehmen. Um bei den Beratungen von vornherein eine Reihe von Wünschen berücksichtigen zu können, die erfahrungsgemäß bei der Veröffentlichung des ersten Entwurfs nachträglich geltend gemacht werden, bitten wir, uns Anregungen aus weiteren Fachkreisen, in welchen Punkten Erweiterungen und Änderungen gegenüber dem bisherigen Zustand wünschenswert sind, bis zum 31. März 1936 zukommen zu lassen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

VDE Auskunftstelle auf der Leipziger Messe,
VDE Messeausschuß, s. Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1936, S. 260, dieses Heftes.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

Fachgruppe: Elektrowärme.
Fachgruppenleiter: Dr.-Ing. W. Fischer VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. W. Fischer VDE am Dienstag, dem 3. März 1936, 20 h, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Einige Grundfragen des Elektroofenbaues".

Inhaltsangabe:

1. Die Heizkörper des Widerstandsofens.
   Einheimische und fremde Werkstoffe der Heizkörper, ihre Bauformen (Wendel, Band, Felge) und deren Belastbarkeit. Übertemperaturen in Stäben und starken Drähten.
2. Die Ofenwand.
   Der wirtschaftliche Wandaufbau, Dauerbetrieb und unterbrochener Betrieb.
3. Einige Schaltungen.
   Einphasenofen am Drehstromnetz.
4. Einheitliche Bezeichnungen im Elektroofenbau.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. Göschel, Berlin-Grunewald, Wangenheimstr. 11. Fernruf: C 4 0011 App. 2631

28. 2. 1936 „Bemessung neuzeitlicher Niederspannungs-Schaltgeräte auf Grund der Kurzschlußverhältnisse in Industrienetzen" (Vortragender: Dr. Denk VDE)

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27, Fernruf: D 4 0011 App. 159

2. 3. 1936 „Isolationsfragen im Elektromaschinenbau" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kroker)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. B. Schmidt, Berlin-Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernruf: D 2 0011, App. 136.

3. 3. 1936 „Aluminium in der Installationstechnik" (Vortragender: Dipl.-Ing. Bürkle)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. Boekels, Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernruf: F 8 0014 App. 399

4. 3. 1936 „Regler" (Tirill) II. Teil (Vortragender: Oberingenieur Herklotz VDE, VDI)

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding VDE, Berlin-Friedrichshagen, Bruno-Wille-Str. 51, Fernruf: E 9 8501 App. 86

5. 3. 1936 „Vortragsreihe Glühkathodenröhren. Die Kathode" (Vortragender: Dr. Allerding VDE)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Remde VDE, Berlin-Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernruf: C 1 0011, App. 128

6. 3. 1936 „Das Maschennetz im Vergleich zum Strahlennetz, sein Aufbau und Betrieb" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kraft)

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Niederschlesien, Breslau. 3. 3. (Di), 20 h, T. H.: „Spitzenleistungen der neuzeitlichen Meßtechnik" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Dr.-Ing. Espermüller.

Gau Nordbayern, Nürnberg (gemeinsam mit NSBDT — RTA). 28. 2. (Fr), 20 h, Künstlerhaus: „Die Energiewirtschaft im Dritten Reich". Gen.-Dir. Bayer VDE.

Gau Ostpreußen, Königsberg Pr. 2. 3. (Mo), 20 h, Phys. Inst.: „Der Stromrichter als neues Maschinenelement". Dr. Leukert.

Gau Südbayern, München. 4. 3. (Mi), 20 h, T. H.: „Kleinförderanlagen in gewerblichen Betrieben". Dr.-Ing. G. Wagner VDE.

Gau Südsachsen, Stützpunkt Zwickau (gemeinsam mit der ADB-Gruppe Elektrotechnik im VDI). 5. 3. (Do), 20 h, Hotel Kästner, Zwickau: „Akute Fragen bei der Verwendung von Aluminium in Hoch- und Niederspannungsnetzen". Dr.-Ing. Lehmann VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 26. 2 (Mi), 19 h 30 m, Neues Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee 20: „Elektronenoptische Systeme und ihre Anwendungen". Dir. V. K. Zworykin. (Der Vortrag wird in englischer Sprache gehalten. Ausführliche Inhaltsangaben in deutscher Sprache sind vor Beginn der Sitzung am Saaleingang erhältlich.)

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 4. 3. (Mi), 17 h 30 m, Phys. Inst. Univ., Reichstagsufer 7/8: „Die zwei Arten der Totalreflexion bei Röntgenstrahlen". P. P. Ewald.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 50. Wer ist der Hersteller der „Teli-Dübel"?

NACHRICHTEN VON DER LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1936.

Dauer der Messe.

Die Leipziger Frühjahrsmesse dieses Jahres beginnt am Sonntag, dem 1. März, und endet am Montag, dem 9. März. Die Mustermesse schließt am Freitag, dem 6. März. Die Große Technische Messe und Baumesse dauert, abweichend von den früheren Jahren, bis zum Montag, dem 9. März, 18^{h}.

Haus der Elektrotechnik.

Schon seit mehreren Jahren ist das Haus der Elektrotechnik nicht nur voll besetzt, sondern es kann den Nachfragen nach Ständen nicht genügen. Der Vorstand des „Haus der Elektrotechnik e. V." hat deswegen ein Projekt für eine evtl. Erweiterung des Hauses ausarbeiten lassen, das zur Ausführung gelangen kann, wenn sich genug Interessenten für die neu zu schaffende Ausstellungsfläche finden.

Zunächst wird das Projekt an Hand von Plänen und eines Modells in der am 2. März in Leipzig stattfindenden Mitgliederversammlung grundsätzlich beraten werden, worauf auch an dieser Stelle aufmerksam gemacht wird.

Falls es zu einer Erweiterung kommen sollte, würde damit nur die ursprüngliche Planung für Erbauung des H. d. E. durchgeführt werden, was leider durch die Nöte der Inflation unterbleiben mußte.

Zeitplan der Sonderveranstaltungen.

1. 4. 3. (Mi), 11^{h}, Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik: Zwei Vorträge über keramische Isolierstoffe mit Film- und Lichtbildvorführungen, veranstaltet vom Verband Deutscher Elektrotechnischer Porzellanfabriken:
   1. „Die Herstellung von Elektroporzellan", Prof. Dr. Rieke.
   2. „Die Verwendung von Porzellan und anderen keramischen Isolierstoffen in der Elektrotechnik. Prof. Dr. Steger.
2. 6. u. 7. 3. (Fr u. Sa): 12. Betriebstechnische Tagung, veranstaltet vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure im VDI (ADB), $9^{h}\,30^{m}$, Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik, mit Vorträgen über Zerspannungsfragen und Gesundheitsschutz als Betriebsaufgabe. Karten (3 RM für einen Tag, 5 RM für beide Tage) sind beim AWF, Berlin W 9, Linkstraße 18, und in Leipzig, Halle 7, erhältlich.
3. Getriebeschau des AWF und der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau in Halle 7.
4. Ausstellung von Erfindungen (Messe für gewerbliche Schutzrechte) in Halle 4.

Auskunftstellen.

1. VDE.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat im Hause der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 88, eine besondere Auskunftstelle, in der alle Auskünfte über den VDE, das Vorschriftenwerk des VDE, Normen, Mitgliedschaft im VDE und alle sonstigen in das Arbeitsgebiet des VDE fallenden Fragen eingeholt werden können.

2. Verlagsabteilung des VDE und der ETZ-Verlag G. m. b. H.

Auf dem Stand der Verlagsabteilung des VDE im Vestibül gegenüber dem Eingang stellt der VDE neben den beiden Messenummern seines Verbandsorgans, der „Elektrotechnischen Zeitschrift" (ETZ), und seinem mehr auf theoretische Fragen eingestellten „Archiv für Elektrotechnik" die VDE-Fachberichte, das VDE-Vorschriftenbuch und Sonderdrucke von VDE-Vorschriften aus. Die fremdsprachigen Ausgaben von VDE-Bestimmungen, die der VDE zum Zwecke der Exportförderung herausgegeben hat, dürften dabei nicht nur das Interesse der ausländischen Besucher finden, sondern auch vielen deutschen Firmen zur Unterstützung ihrer Ausfuhrtätigkeit willkommen sein. Hier wird auch der offizielle Führer durch das Haus der Elektrotechnik kostenlos abgegeben, dem wiederum das Branchenregister des in Gemeinschaft mit dem Haus der Elektrotechnik herausgegebenen ersten Messehefts der ETZ beiliegt.

3. Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie hat auch in diesem Jahre wieder im Hause der Elektrotechnik eine Auskunftstelle im Stand 39, in der Auskünfte über Normen, und zwar insbesondere über DIN VDE-Normen, erteilt werden.

4. Deutscher Normenausschuß.

Der Deutsche Normenausschuß, als Zentralstelle aller Vereinheitlichungsarbeiten in Deutschland, ist auch zur diesjährigen Frühjahrsmesse wieder vertreten. Auf dem Stand 601/602 im Obergeschoß der Halle 9 werden sowohl Auskünfte über die Normung erteilt, als auch Druckschriften abgegeben und Bestellungen auf Normblätter angenommen. Eine Sammlung der deutschen Normen, deren Zahl zur Zeit rd. 5800 beträgt, liegt zur Einsichtnahme aus.

5. Zentralauskunftstelle über Maschinen und Apparate.

Die Zentralauskunftstelle über Maschinen und Apparate wird auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse wiederum von der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau, der Spitzenorganisation der deutschen Maschinen- und Apparateindustrie, in der Halle 18 der Technischen Messe errichtet. Sie steht in- und ausländischen Besuchern der Technischen Messe zur schnellen und sachgemäßen Unterrichtung und zum Nachweis geeigneter Bezugsquellen zur Verfügung. Zur Einsichtnahme für Interessenten ist der Auskunftstelle eine Katalogsammlung der Maschinen- und Apparateindustrie angegliedert.

VDE-Messeausschuß.

Seit 15 Jahren besichtigt der Messeausschuß des VDE die auf Messen ausgestellten elektrotechnischen Erzeugnisse, ob diese den Sicherheitsbestimmungen des VDE entsprechen. Immer wieder werden Installationsmaterial und elektrische Geräte angeboten, die infolge Nichtbeachtung der VDE-Vorschriften Veranlassung zu Personen- und Sachschäden geben können. Die Hersteller werden von dem Messeausschuß auf die Gefährlichkeit derartiger Erzeugnisse aufmerksam gemacht, und es werden Mittel und Wege zur Behebung und Vervollkommnung besprochen.

Die Besichtigung der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse durch den VDE-Messeausschuß findet am Mittwoch, dem 4. 3. 1936, um $10^{h}\,30^{m}$ statt. Treffpunkt 10^{h} in der Auskunftstelle des VDE im Hause der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 88.

Dem Messeausschuß ist in diesem Jahre die besondere Aufgabe gestellt worden, elektrischen Handgeräten mit Kleinstmotoren (z. B. Staubsauger, Waschmaschinen, Haushalt- und Küchengeräte, Büromaschinen, landwirtschaftliche Geräte) und elektrischem Spielzeug besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G.H.Winkler VDE und H.Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 21. Februar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 5. März 1936 | Heft 10

Die wirtschaftliche Bedeutung der Elektrofahrzeuge.

Von W. Hoppe, Berlin.

621. 335. 9. 033. 46

Die stark zunehmende Motorisierung des deutschen Verkehrs, die Wehrhaftmachung der Nation und die Devisen- und Rohstofflage Deutschlands haben eine Umschichtung in der deutschen Treibstoffversorgung eingeleitet. Während bis zum Jahre 1933 der deutsche Treibstoffmarkt fast ganz vom ausländischen Öl beherrscht wurde, trat in den Jahren 1934 und 1935 eine starke Verlagerung ein, so daß sich im Jahre 1936 ein wesentlich anderes Bild ergibt. Die Reichsregierung hat alle Bestrebungen tatkräftig unterstützt, die zur Verwendung von festen, flüssigen und gasförmigen deutschen Treibstoffen und der Elektrizität geführt haben. Die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges lehrt die Geschichte des Weltkrieges und zeigen deutlich die gegen Italien vorgeschlagenen Ölsanktionen. Eine ähnliche Abschnürung vom internationalen Ölmarkt muß in Ländern mit eigenem Kohle- oder Holzreichtum, mit eigenen Wasserkraftanlagen praktisch wirkungslos bleiben, wenn rechtzeitig entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Wir erkennen heute in allen ölarmen, im Mittelpunkt des politischen Geschehens stehenden Ländern Bestrebungen, eine nationale Treibstoffwirtschaft aufzubauen. Die kürzlich mit großem Erfolg in Deutschland durchgeführte Prüfungsfahrt mit einheimischen Treibstoffen hat ein so günstiges Ergebnis gezeigt, daß alle Erwartungen übertroffen sind[1]). Eine in diesem Jahre vorgesehene Wertungsfahrt wird die Eigenschaften der mit den verschiedenen Treibstoffen arbeitenden Fahrzeuge näher erkennen lassen.

An der Prüfungsfahrt haben Elektrofahrzeuge nicht teilgenommen, weil ihre Eignung in jahrzehntelangem Betriebe bewiesen ist und ihre Anwendung sich nur auf den Nahverkehr beschränkt. Der Reichsverkehrsminister hat auf der letzten Ingenieurtagung in Breslau 1935 eine Dreiteilung des Verkehrs nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten näher gekennzeichnet: der Verkehr bis 15 km je Tag bleibt den Pferdefuhrwerken vorbehalten, für tägliche Fahrstrecken bis 50 km werden am wirtschaftlichsten Elektrofahrzeuge eingesetzt, und über 50 km beherrscht die Verbrennungskraftmaschine das Feld.

Erhebungen über den gesamten Verkehr haben in den V. S. Amerika und auch in Deutschland zu dem überraschenden Ergebnis geführt, daß fast 60 % aller Nutzfahrzeuge, in Großstädten sogar bis zu 80 %, tägliche Fahrstrecken unter 70 km haben. Wenn auch ein Teil dieser im Nahverkehr laufenden Fahrzeuge in wirtschaftlich ungünstigen Zeiten, bei sogenannten Gelegenheitsfahrten, größere Strecken zurückzulegen hat, bleibt doch noch ein großer Anwendungsbereich den Elektrofahrzeugen vorbehalten. Die Untersuchung von Betrieben, die neben Wagen mit Verbrennungskraftmaschinen und Pferdegespannen auch Elektrofahrzeuge verwenden, führt immer wieder zu dem Ergebnis, daß Elektrofahrzeuge in dem ihnen eigenen Verkehrsbereich, der sich nach neueren Erfahrungen von 10 bis 70 km täglicher Fahrstrecke ausdehnt, an Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit allen anderen Fahrzeugen überlegen sind*). Die Überlegenheit von Elektrofahrzeugen kommt um so mehr zum Ausdruck, je mehr gewollte oder durch die Verkehrsregelung erzwungene Haltestellen im täglichen Fahrweg liegen.

Trotz ihrer Vorzüge haben Elektrofahrzeuge bisher nur wenig Verbreitung gefunden. Die Zahl der in Deutschland und in Berlin am 1. 7. 35 festgestellten Elektrofahrzeuge ist der Zahlentafel 1 zu entnehmen. Ein Vergleich

Zahlentafel 1. Anzahl der Elektrofahrzeuge am 1. 7. 1935.

	Berlin	Reich
Zahl der Fahrzeuge	2000	20 000
Reichspost 3/4 u. 2 t . . .	36%	12%
Elektrokarren	43%	70%
Lastwagen (Zugm.)	21%	18%

mit den am 1. 7. 35 in Deutschland zugelassenen Nutzfahrzeugen (Zahlentafel 2) läßt erkennen, daß noch große

Zahlentafel 2. Anzahl der Lastkraftwagen in Deutschland am 1. 7. 1935.

Mit einem Eigengewicht	Stück
bis 1 000 kg	65 900
von 1 000 „ 2 000 „	86 800
„ 2 000 „ 3 000 „	38 900
„ 3 000 „ 4 000 „	17 400
„ 4 000 „ 5 000 „	15 500
über 5 500 „	13 500
zusammen . .	238 000

Arbeit geleistet werden muß. Die nötige Aufklärungsarbeit müssen Elektrizitätswerke, Fahrzeug- und Batteriehersteller gemeinsam vornehmen.

Die Vorzüge des elektrischen Antriebes hat Ministerialrat Hubrig bereits genügend gekennzeichnet[2]). Trotz aller bisher geleisteter Aufklärungsarbeit begegnet man in Kreisen der Fahrzeughalter immer wieder den alten Vorurteilen, das Elektrofahrzeug sei nicht schnell genug, und eine Fahrstrecke von täglich 60 bis 70 km sei zu gering; außerdem sei es fraglich, ob Elektrofahrzeuge, die in der Anschaffung teurer seien als andere Fahrzeuge, wirtschaftlich wären.

Es ist bewiesen, daß Elektrofahrzeuge im Großstadtverkehr im allgemeinen schneller sind als andere Fahrzeuge; die Überlegenheit ist um so größer, je kürzer der Haltestellenabstand ist[2]). Begründet ist dieser Vorteil in der Verwendung des Gleichstrom-Reihenschlußmotors und

[1]) Z.VDI 79 (1935) S. 1543.

*) Mit Rücksicht auf den besonderen Charakter dieses Heftes wird der zum Wirtschaftsteil der ETZ gehörige Aufsatz an dieser Stelle gebracht.

[2]) Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 612.

seiner Einschaltung. Während die Verbrennungskraftmaschine als höchste Leistung die Nennleistung aufweist, beträgt die beim Gleichstrom-Reihenschlußmotor erreichbare Höchstleistung bis zu 250 % der Nennleistung; die Dauer der Höchstleistung ist zeitlich durch die Erwärmung begrenzt. Die Verbrennungskraftmaschine fällt in ihrem Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen schnell ab, der Gleichstrom-Reihenschlußmotor dagegen hat gerade bei niedrigen Drehzahlen ein hohes Anzugsmoment. Aus diesem Grunde benötigt die Verbrennungskraftmaschine Kupplung und Getriebe (zusätzliche Störungsquellen), deren Betätigung Zeit beansprucht. Das Elektrofahrzeug setzt sich mit Einschalten des Stromes in Bewegung und beschleunigt schnell und gleichmäßig bis zur Höchstgeschwindigkeit. Hieraus ergeben sich beim Elektrofahrzeug zwei weitere Vorteile, der um 30 % niedrigere Reifenverschleiß und die Schonung von Frachtgut und Fahrzeug.

Der einfache Aufbau von Elektrofahrzeugen und die geringe Beanspruchung aller Teile lassen die Unterhaltungs- und Instandsetzungskosten wesentlich unter die der Fahrzeuge mit Verbrennungskraftmaschine sinken. Die Treibstoffkosten sind bei Elektrofahrzeugen, die den überall zu günstigen Tarifen (in Berlin 4 Rpf/kWh) zur Verfügung stehenden Nachtstrom benutzen, gering. Die festen Kosten sind niedriger als bei Verbrennungskraftmaschinen wegen der hohen Lebensdauer und damit kleineren Abschreibungsquote. Die Haftpflichtversicherungskosten sind um 25 %, und die Steuern um 50 % niedriger als bei Verbrennungskraftmaschinen. (Die Steuern werden bei Verbrennungskraftmaschinen, soweit sie mit einheimischen Treibstoffen fahren, auch um 50 % gesenkt.) Die Jahreskosten für Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeuge sind in Zahlentafel 3 dargestellt. Die Kosten für Fahrer und

Zahlentafel 3. Jahreskosten in RM von 2 t Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeugen für 15 000 km/Jahr.

	Benzin 55 PS	Diesel 55 PS	Elektro 20 PS
Anschaffungspreis für Fahrzeug ohne Batterie	5450,—	6350,—	5100,—
Anschaffungspreis der Batterie (280 Ah)	—	—	1200,—
Abschreibung (ohne Batterie) (6, 6 und 15 Jahre)	900,—	1060,—	340,—
Verzinsung vom halben Anschaffungswert (5%)	140,—	160,—	130,—
Haftpflichtversicherung	200,—	200,—	150,—
Fahrzeugsteuer	410,—	410,—	260,—
Abschreibung und Verzinsung der Ladestation	—	—	130,—
Unterhaltungs- und Instandsetzungskosten	700,—	800,—	260,—
Wagenpflege, Abschmieren, Öl	220,—	200,—	120,—
Betriebsstoff (36, 17,4 Rpf) je 100 km: 18 l, 16 kg, 50 kWh	970,—	410,—	360,—
Batteriekosten einschl. Amortisation	—	—	900,—
Reifenkosten	240,—	240,—	160,—
Jährliche Kosten	3780,—	3480,—	2810,—
Kosten je km (15000 km/Jahr) Rpf/km	25,2 (21,9)*)	23,2 (22,2)**)	18,7

*) Kosten bei Betrieb mit Stadtgas.
**) Kosten vor dem 1. 12. 1935 (Zollerhöhung für Öle).

Unterstellung sind in ihr nicht enthalten. Der Vergleich zeigt die Überlegenheit des Elektrofahrzeugs sowohl in den festen als auch in den beweglichen Kosten. Wie schon oben gesagt, ist bei diesem Vergleich der 20 PS-Elektrowagen den anderen 55 PS-Benzin- bzw. Dieselwagen durchaus ebenbürtig, da der Elektromotor überlastbar ist, ohne irgendwie Schaden zu nehmen. Ganz erheblich sind die Unterschiede in den Unterhaltungs- und Instandsetzungskosten. — Der Vergleich zwischen Benzin- und Dieselfahrzeugen läßt auch erkennen, daß der in der besseren Treibstoffausnutzung und im niedrigeren Treibstoffpreis liegende Vorteil der Dieselmaschinen bei den zur Zeit gültigen Treibstoffkosten sich erst bei einer Jahresstrecke von über 15 000 km praktisch auswirkt. — Auf Grund von Erfahrungszahlen, die aus den Betriebsergebnissen von Pferde-, Benzin- und Elektrowagen zusammengestellt wurden, sind die in Abb. 1 dargestellten Kostenlinien ermittelt.

Als Pferdewagen ist ein Zweispänner-Lieferwagen für 2 t Tragfähigkeit der Rechnung zugrunde gelegt. Die Höchstgeschwindigkeit kann mit 7 km/h auf ebener und guter Fahrbahn angenommen werden. Mittlere Pferde sind in der Lage, täglich bis zu 30 km die angegebene Belastung durchzuhalten. In der Großstadt muß damit gerechnet werden, daß Pferde, die stark in Anspruch genommen werden, nach 5 bis 8 Jahren „pflastermüde" sind. Als Elektro- und Benzinwagen sind Lieferwagen für 2 t Tragfähigkeit mit ihren Kosten berücksichtigt worden. Die Elektrowagen haben mit Rücksicht auf niedrige Versicherungskosten und Führerscheinfreiheit eine Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h. Die zum Vergleich angeführten Benzinfahrzeuge haben eine Höchstgeschwindigkeit von 35 km/h. Die Kostenlinien, die für 1 t Nutzlast und km berechnet sind, geben für Elektrofahrzeuge und Pferdefuhrwerke ein anschauliches Bild. Bei täglichen Fahrstrecken von etwa 20 km

Abb. 1. Transportkosten, Haltestellenzahl und Fahrstrecke von Fahrzeugen.

sind die Transportkosten gleich, bei täglichen Fahrstrecken zwischen 15 und 30 km so naheliegend, daß man bei Neuanschaffungen scheinbar schwer entscheiden kann, welche Antriebskraft richtig ist. Eine Entscheidung nur auf Grund der Kostenlinien zu fällen, wäre falsch, da ein wichtiger Faktor noch zu berücksichtigen ist: die Haltestellenzahl, die maßgebend ist für die Transportgeschwindigkeit. Die Leistungsfähigkeit eines Fahrzeugs ist durch die Haltestellenzahl der täglichen Fahrstrecke und den Aufenthalt je Haltestelle festgelegt. In dem vorliegenden Falle ist der Einfachheit wegen angenommen, daß die Aufenthaltszeit für alle Fahrzeuge je Haltestelle 6 min, die tägliche Fahrzeit 8 h beträgt. So wurden für die angegebenen Höchstgeschwindigkeiten unter Berücksichtigung vorliegender Meßergebnisse über die Reisegeschwindigkeit von Elektro- und Benzinfahrzeugen[3]) die in Abb. 1 unten dargestellten Schaulinien bestimmt. Für einen Punkt außerhalb der von der Schaulinie und dem Koordinationssystem gebildeten Fläche ist das betreffende Fahrzeug nicht mehr zu verwenden.

Zwei **Beispiele** mögen die Anwendung der in Abb. 1 enthaltenen Schaulinien erläutern.

1. **Beispiel:**

Eine tägliche Strecke von 20 km ist zurückzulegen, wobei 50 Kunden zu beliefern sind. Das Bild zeigt, daß sowohl Pferdefuhrwerke als auch Elektrowagen eingesetzt

[3]) Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 613.

werden können. Pferdewagen sind allerdings bereits an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. Mit Rücksicht auf die Erweiterung des Kundenkreises ist jedoch ein Elektrofahrzeug vorzuziehen, Benzinfahrzeuge sind zu teuer und scheiden aus.

2. Beispiel:

Eine tägliche Strecke von 45 km ist zurückzulegen, wobei 50 Kunden zu beliefern sind. Nach Abb. 1 unten kommen nur Elektro- und Benzinfahrzeuge in Frage, in diesem Falle entscheiden die Kostenlinien zugunsten des Elektrofahrzeuges.

Der Einspännerwagen war früher in seinen Kosten nicht zu schlagen. Heute sind kleine elektrische Lieferwagen in Form der Führersitz-Elektrokarren der niedrigen Jahreskosten wegen den Pferdefuhrwerken überlegen. Zahlentafel 4 bringt eine Gegenüberstellung von 1 t-Einspänner- und Elektrowagen. Es gelten hinsichtlich der Transportleistung usw. die gleichen Überlegungen wie bei 2 t-Wagen.

Zahlentafel 4. Vergleich der Jahreskosten in RM von Einspännern und 1 t-Elektrowagen.

	Einspänner	1 t-Elektrowagen
Anschaffungskosten	1500,—	3200,—
Wagen	600,—	—
Batterie	—	1000,—
Abschreibung Pferd 5 Jahre	360,—	320,—
Wagen und Elektrowagen 10 Jahre	—	—
Verzinsung 5% vom halben Anschaffungswert	55,—	80,—
Ladestation, Betriebskosten und Kapitaldienst	—	120,—
Versicherung und Steuern	25,—	170,—
Hufbeschlag, Pferdepflege, Tierarzt	280,—	—
Batteriekosten einschließlich Abschreibung	—	350,—
Futter (2,50 RM/Tag) bzw. Stromkosten (4 Rpf/kWh)	910,—	150,—
Wagen und Geschirrunterhaltung	120,—	100,—
	1750,—	1290,—

Die Aufladung der Elektrofahrzeug-Batterie erfolgt fast ausschließlich nachts, wegen der Ausnutzung günstiger Nachtstromtarife. Bei Einzelfahrzeugen, oder wenn nachts eine Überwachung des Ladevorganges nicht möglich ist, geschieht die Ladung über einen Pöhlerschalter vollselbsttätig. Oft wird die Forderung gestellt, öffentliche Ladestellen zu errichten, damit die Anschaffung von Elektrofahrzeugen durch Fortfall einer eigenen Ladestation erleichtert wird. Volkswirtschaftlich ist es jedoch richtiger, für die Ladung Einzeleinrichtungen zu haben. Diese Frage soll aber hier nicht näher untersucht werden. Die Entwicklung geht allerdings dahin, durch Sammelladestationen und Tankstellen (Einheitsbatterie) die Einführung des Elektrofahrzeugs zu fördern.

Nunmehr soll der Einfluß einer Einzelladestation auf den Preis der aus dem Netz entnommenen kWh und auf die Fahrleistung je t und km näher untersucht werden. Die Rechnung wurde durchgeführt für Ladestationen zum Aufladen von 1 t-, 2 t- und 5 t-Fahrzeugen unter der Annahme, daß die Ladung aus dem Drehstromnetz erfolgt. Die durch eine Ladestation entstehenden Kosten sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt. Die in der Aufstellung enthaltenen Preise gelten für neue Anlagen und sind mittlere Preise, die bei Umformern oder Gleichrichtern unter- bzw. überschritten werden können. Die Erneuerungskosten für Gleichrichterkolben sind zum Teil im Kapitaldienst, zum Teil in den Ausbesserungskosten enthalten. Die Kostenlinien für Ladestationen (Abb. 2) geben eine Übersicht über den Einfluß der Jahreskosten auf den Preis der kWh. Bei einer mittleren Jahresstrecke von 10 000 km betragen diese Kosten 2 bis 4 Rpf, so daß bei einem Strompreise von 4 Rpf/kWh die Gleichstrom-kWh 6 bis 8 Rpf kostet. Diese Preise haben Gültigkeit bei Einzelstationen von Fahrzeughaltern, wobei die Löhne für das Anschließen der Batterie, für Säure und Wassernachfüllen nicht berücksichtigt wurden. In öffentlichen Ladestellen von Elektrizitätswerken

Zahlentafel 5. Kapitaldienst und Betriebskosten für eine Ladestation. (Batterie zu 90 % entladen.)

Größe des Fahrzeugs in t		1	2	5
Preis der Ladeeinrichtung RM		800,—	1000,—	1300,—
Abschreibung und Verzinsung 12% im Jahr RM		96,—	120,—	156,—
Ladestromverbrauch drehstromseitig gemessen in kWh für eine Batterieladung		21	31,5	62,5
Jahresstrecke km	6 000	9 000	12 000	15 000
Ladestromverbrauch kWh				
1 t Fahrzeug	2 250	3 380	4 500	5 630
2 t „	3 760	5 630	7 500	9 380
5 t „	7 500	11 250	15 000	18 750
Kapitaldienst je kWh in Rpf				
1 t Fahrzeug	4,3	2,8	2,2	1,7
2 t „	3,2	2,1	1,6	1,3
5 t „	2,1	1,4	1,0	0,9
Unterhaltung und Instandsetzungskosten je kWh in Rpf				
1 t Fahrzeug	2,2	1,5	1,1	0,9
2 t „	1,3	0,9	0,7	0,5
5 t „	1,3	0,9	0,7	0,5
Gesamte Kosten je kWh in Rpf				
1 t Fahrzeug	6,5	4,3	3,3	2,6
2 t „	4,5	3,0	2,3	1,8
5 t „	3,4	2,3	1,7	1,4

Abb. 2. Einfluß von Kapitaldienst und Betriebskosten einer Ladestation auf den Strompreis.

müssen diese Kosten mitberechnet werden. Die Selbstkosten hierfür betragen je Batterieladung 60 bis 80 Rpf, d. h. also je kWh 1 bis 3 Rpf, so daß die Gleichstrom-kWh in diesem Falle 7 bis 11 Rpf kosten würde. Die Rechnung führt zu der Erkenntnis, daß Einzelladestationen für die Fahrzeughalter wirtschaftlich günstiger sind. In Gleichstromnetzen sind nur einfache und billige Ladestationen erforderlich, 350,— bis 450,— RM, so daß die in Abb. 2 dargestellten Kosten nur etwa halb so hoch werden.

Es bleibt noch der Einfluß der Jahreskosten einer Ladestation auf die Transportleistung je t Nutzlast und km festzustellen. Wie aus Abb. 3 zu erkennen, wirken sich die Kosten einer Ladestation auf die Transportkosten nur unwesentlich aus, so daß der Endwert von Zahlentafel 3 für das 2 t-Elektrofahrzeug bei 15 000 km Jahresstrecke sich

von 18,7 auf 19,1 Rpf. erhöht. Auch bei Inanspruchnahme öffentlicher Ladestellen bleiben Elektrofahrzeuge die wirtschaftlichsten Beförderungsmittel für den Nahverkehr.

Abb. 3. Einfluß von Kapitaldienst und Betriebskosten einer Ladestation auf die Transportkosten.

Pferdefuhrwerke werden mit wachsendem Verkehr immer weiter aus der Großstadt verdrängt werden. Seit etwa zwei Jahren kann man beobachten, daß kleine, einfach gebaute Dieselzugmaschinen als Ersatz für Pferdegespanne verwendet werden unter Benutzung des vorhandenen Wagenparks. Die Einführung der von Fabrikhöfen her bekannten elektrischen Schlepper (Akkumulatorenbatterie auf Rädern) in den öffentlichen Verkehr scheiterte bisher an der für Straßenverkehr ungeeigneten Form. Die Wirtschaftlichkeit solcher kleiner Zugmaschinen steht außer jedem Zweifel. (Zahlentafel 6.) Große elektrische Zugmaschinen älterer und neuer Bauart haben sich seit Jahrzehnten bestens bewährt.

Zahlentafel 6. Jahreskosten in RM eines Zweispänners und einer 5 t elektrischen Zugmaschine.

	Zweispänner	5 t-Zugmaschine
Anschaffungskosten	2500,—	3000,—
Abschreibung 10%	250,—	300,—
Verzinsung 6% vom halben Anschaffungswert	75,—	90,—
Versicherung	45,—	75,—
Steuern	—	130,—
Batteriekosten einschließlich Kapitaldienst	—	650,—
Unterhaltung und Instandsetzung	—	100,—
Hufbeschlag, Pferdepflege, Tierarzt	350,—	—
Geschirr- und Stallreparatur, Streu	250,—	—
Futterkosten (2,50 je Pferd und Tag) bzw. Stromkosten (4 Rpf je kWh)	1845,—	300,—
Ladestation, Betriebskosten und Kapitaldienst	—	140,—
Jahreskosten	2815,—	1785,—*)

*) Die Kosten gelten für eine Fahrstrecke von 12 000 km/Jahr.

Die Sicherheit elektrisch angetriebener Fahrzeuge ist wegen der einfachen Bauweise und der einfachen, übersichtlich zusammengestellten Bauteile so hoch, daß Stillstandszeiten, veranlaßt durch Ausbesserungen, kaum vorkommen. Neben der hohen Wirtschaftlichkeit ist die große Betriebssicherheit ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Warum haben sich nun Elektrofahrzeuge trotz ihrer Vorzüge und trotz ihrer hohen Wirtschaftlichkeit bisher so wenig eingeführt? Zunächst liegt es daran, daß das Elektrofahrzeug früher zu Beförderungszwecken (z. B. Kraftdroschken) herangezogen wurde, die es nicht erfüllen konnte. Das Elektrofahrzeug wird deshalb heute noch mit einer gewissen Voreingenommenheit betrachtet. Ferner ist der hohe Anschaffungspreis für Elektrofahrzeuge und für Ladeeinrichtungen ihrer Einführung hinderlich. Wenn es gelingt, durch zweckmäßige Werbemaßnahmen und durch günstige Finanzierung von Fahrzeugkäufen hier Wandel zu schaffen, werden Elektrofahrzeuge viel mehr als bisher im öffentlichen Verkehr verwendet werden. Elektrizitätswerke, Fahrzeug- und Batterie-Hersteller müssen hier Hand in Hand arbeiten. Drei praktische Wege, die die Einführung weiterer Elektrofahrzeuge erleichtern werden, müssen eingeschlagen werden:

1. Der Fahrzeughersteller hat dafür zu sorgen, daß der Kauf von Elektrofahrzeugen durch Teilzahlung erleichtert wird, wie es in der Kraftwagenindustrie üblich ist.
2. Die Batteriehersteller, für die jedes Elektrofahrzeug ein neues laufendes Geschäft ist, sollten durch günstige Verträge die Abschreibungs- und Erneuerungskosten der Batterien auf längere Zeit verteilen.
3. Elektrizitätswerke haben durch günstige Tarife und durch ihre eigenen Ladestationen, die öffentlich sein sollten, mitzuhelfen, dem Interessenten die Anschaffung des Elektrofahrzeugs zu erleichtern. Gegebenenfalls sollte eine kleine Ladestation gegen eine monatliche Gebühr zur Verfügung gestellt werden.

Die Beachtung dieser drei Punkte muß, bei richtig durchgeführten Werbemaßnahmen, zum Erfolg führen. Die besten Werbemaßnahmen sind praktische Vorführungen, damit beim Interessenten Zweifel und Vorurteile schnell behoben werden können und er Gelegenheit hat, die technischen und wirtschaftlichen Vorteile eines Elektrofahrzeugs kennenzulernen. Zu warnen ist unter allen Umständen davor, in bezug auf die Höchstgeschwindigkeit Forderungen zu stellen, die von Elektrofahrzeugen aus wirtschaftlichen Gründen nicht erfüllt werden können. Fahrzeuge, die im Stadtverkehr eine Höchstgeschwindigkeit von 25 bis 30 km/h entwickeln, sind schnell genug. Sie passen sich mit dieser Geschwindigkeit den Verkehrsbedingungen außerordentlich gut an. Ihre wirtschaftliche Überlegenheit ist u. a. auch auf diese gute Anpassung zurückzuführen. Mit Elektrofahrzeugen lassen sich tägliche Fahrstrecken von 60 bis 80 km zurücklegen. Wechselbatterien können diese Fahrstrecke auf 120 bis 160 km erweitern, wie es bei Elektrodroschken üblich ist. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Verfahrens muß aber von Fall zu Fall untersucht werden. Wer darüber hinaus größere tägliche Fahrstrecken zu bewältigen hat, möge Fahrzeuge, die mit anderen einheimischen Treibstoffen arbeiten, verwenden.

Die erweiterte Verwendung von Elektrofahrzeugen würde den deutschen Treibstoffmarkt entlasten, wie die folgenden Zahlen erkennen lassen. Gleichzeitig tritt auch die volkswirtschaftliche Bedeutung klar in Erscheinung.

30 000 Elektrofahrzeuge, die noch in den Verkehr gebracht werden, haben einen Jahres-Stromverbrauch von 300 Mill kWh. Der hierfür notwendige Kohleaufwand beträgt rd. 180 000 t Steinkohle. Zur Förderung dieser Kohlenmenge sind 125 000 Bergarbeiter-Tagewerke notwendig, ganz abgesehen von der Beschäftigung des Transportgewerbes, der Reichsbahn und der Elektrizitätswerke. Der Treibstoffmarkt wird durch 30 000 Elektrofahrzeuge um rd. 140 000 t Benzin oder die entsprechende Menge Dieselöl entlastet. Für die Herstellung dieser Treibstoffmenge brauchen keine neuen Anlagen erstellt zu werden, die Investierung von neuem Kapital ist also nicht notwendig. Es

wird vielmehr vorhandenes Volksvermögen besser ausgenutzt. Wenn auch durch die Verwendung von Elektrofahrzeugen die durch die Treibstoffsteuer einkommenden Beträge für das Reich in Fortfall kommen, entsteht doch auf der anderen Seite ein zum mindest entsprechender Ausgleich durch zusätzlich geschaffene Arbeit.

Wie wir gesehen haben, sind Elektrofahrzeuge die für den Nahverkehr wirtschaftlichsten Fahrzeuge. Sie sind besonders für den Stadtverkehr geeignet, da sie sich den Verkehrsbedingungen am besten anpassen. Schwierigkeiten, die bisher der Anschaffung von Elektrofahrzeugen entgegenstanden, sind durch das verständnisvolle Zusammenarbeiten von Fahrzeugherstellern, Batteriefirmen und Elektrizitätswerken schnell und leicht zu beseitigen. Auch die Frage der Ladestation kann eine für alle Teile befriedigende Lösung finden. Für die steigende Verwendung von Elektrofahrzeugen sprechen weiterhin volkswirtschaftliche Gründe. Elektrofahrzeuge verbrauchen einen Treibstoff, der Arbeit schafft. Die Wehrhaftmachung der Nation, die Devisen- und Rohstofflage Deutschlands hat eine Umschichtung in der Treibstoffversorgung eingeleitet. Die Reichsregierung selbst hat durch steuerliche Begünstigung von Elektrofahrzeugen den Weg gewiesen für den weiteren Einsatz von Elektrofahrzeugen in den Verkehr. Es ist nunmehr Aufgabe der verantwortlichen Betriebsführer, ihrerseits mit dazu beizutragen, daß der gewissermaßen von ihnen betreute Treibstoff, der elektrische Strom, auch in steigendem Maße verwendet wird.

Elektrokarren mit Hubvorrichtungen.

Von Dipl.-Ing. **Alfred Blackburn**, Berlin.

621. 335. 5

Nach dem Kriege begann man der bisher stark vernachlässigten Frage des Transportwesens erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Der langwierige und teure Handtransport mußte durch geeignete Transportmittel ersetzt werden. Für Innenräume kam der Verbrennungsmotor wegen seiner Feuergefährlichkeit, Abgasentwicklung und wegen der Notwendigkeit häufigen Anhaltens von vornherein nicht in Frage. Dagegen eroberte sich der Elektrokarren bald das Gebiet der Flurförderung in den Werkstätten und auf den Fabrikhöfen, weil er sich als ein wirtschaftlich und betriebstechnisch hochwertiges Transportmittel bewährte.

Abb. 1. Elektrohubkarren mit Ladebank.

Abb. 2. Elektrohubkarren, 1000 kg Tragkraft, mit mechanischer Hubvorrichtung.

Der Kostenanteil der Förderung in einem Betrieb fällt um so mehr ins Gewicht, je weiter die wirtschaftliche Fertigung in diesem Betrieb durchgeführt ist. Das Ziel muß also sein, nicht nur die Leerlauf- und Ruhezeiten, sondern auch die Be- und Entladezeiten abzukürzen. Für geringe Leerlaufzeiten hat der den Betriebsverhältnissen anzupassende Fahrplan zu sorgen; dies ist also eine Frage der Organisation. Aufgabe der Technik ist es jedoch, durch möglichst billige technische Mittel die Be- und Entladezeiten abzukürzen.

Hier ist der von den Siemens-Schuckertwerken hergestellte Elektrokarren mit Hubvorrichtung ein Mittel, um diesen Forderungen zu entsprechen. Wenn es sich darum handelt, das in großen Mengen anfallende Fördergut, wie es z. B. in der Massenherstellung und in großen mechanischen Werkstätten der Fall ist, oder schwere Werkstücke durch die einzelnen Bearbeitungswerkstätten zu befördern, ist dieser Elektrokarren am Platze. Das Fördergut wird auf Ladetische gelegt[1]), die in verschiedenen Ausführungen im Betrieb sind, z. B. ohne Rollen an den Füßen oder mit 2 bzw. 4 Rollen, die es gestatten, schief stehende Ladebänke so zurechtzurücken, daß sie vom Fahrer schnell und mühelos unterfahren werden können (Abb. 1). Zur besseren Ausnutzung des Karrens stehen an den Haltestellen zweckmäßigerweise mehrere Ladebänke zur Verfügung, damit er nach Absetzen der Ladebank die zum Abholen bereitstehende mitnehmen kann.

Nach den RKW-Veröffentlichungen[2]) wurden in einer mechanischen Werkstatt durch Einsatz von Hubkarren an Stelle normaler Plattformkarren die Be- und Entladezeiten so gekürzt, daß in der gleichen Zeit die Umladungen um das Vierfache (von 30 auf 120) mittels Plattform-Hubkarren und Ladetischen gesteigert werden konnten. Zu den Ersparnissen an Arbeitslohn kommt eine erhebliche Steigerung der Arbeitsintensität, die nicht ohne weiteres in Zahlen erfaßt werden kann, und damit eine Verkürzung der Laufzeit des Betriebskapitals, die in allen gut geleiteten Betrieben angestrebt wird. Jeder Arbeiter kennt den Fahrplan. Er legt daher rechtzeitig die Werkstücke auf den Ladetisch, statt sie herumliegen zu lassen.

---

[1]) Siehe auch S. 272 dieses Heftes.
[2]) RKW-Veröffentlichung Nr. 10, S. 104. Berlin: Beuth-Verlag G.m.b.H.

Die beim Beladen schwerer Werkstücke auf Plattformkarren auftretenden Stöße werden vom Fahrzeug ferngehalten, da die auf dem Ladetisch liegende Last gleichmäßig mit der Hubvorrichtung angehoben wird. Schonung des Karrens und nicht zuletzt seiner Plattform sind die Folge.

Die Ausführungen der Hubvorrichtungen passen sich den jeweiligen Elektrokarren-Bauarten an. Die in Abb. 2 gezeigte mechanische Hubvorrichtung wird durch Kurbelantrieb betätigt. Für 120 mm Hubhöhe sind 16 Umdrehungen bei 15 kg Kurbeldruck erforderlich.

Abb. 3. Vierradlenker mit handhydraulischer Hubvorrichtung, 2000 kg Tragkraft.

Bei der handhydraulischen Hubvorrichtung (Abb. 3) drückt die doppelt wirkende Handpumpe durch eine Rohrleitung das im Pumpengehäuse befindliche Öl in die beiden an dem Hubrahmen angreifenden Kolben. Die Hubhöhe beträgt 100 bis 120 mm, die Anzahl der Doppelhübe 35. Durch Öffnen eines Ventils an der Pumpe tritt das unter Druck stehende Öl in die Pumpe zurück.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der elektrohydraulischen Hubvorrichtung, bei der die Handpumpe durch eine Hochdruck-Zahnradpumpe für 60 bis 80 atü ersetzt ist. Bei diesem hohen Druck sind verhältnismäßig kleine Ölmengen erforderlich. Für den Antrieb der Pumpe (Abb. 4) genügt ein Motor von 0,7 kW, 75 V, der an die Pumpe angeflanscht und mit dieser auf dem Schaltschrank des Elektrokarrens leicht unterzubringen ist. Für 100 bis 120 mm Hubhöhe und 2000 kg Hublast werden etwa 5 s, ohne Hublast etwa 4 s Hubzeit benötigt. Auch bei der elektro-hydraulischen Hubvorrichtung erfolgt das Absenken der Plattform durch Öffnen eines an der Pumpe befindlichen Senkventils. Durch Schließen dieses Ventils kann die Plattform in jeder gewünschten Zwischenlage gehalten werden. Es läßt sich also die Abwärtsbewegung sehr feinfühlig regeln. Gegen Beschädigung ist das Hubwerk durch einen der Hubhöhe entsprechend eingestellten Endschalter gesichert, der auch zum Einschalten des Motors dient. Die in den Kolben, der Pumpe und der Rohrleitung befindliche Luft wird durch einen auf der Pumpe angebrachten Entlüfter bei dem Rücktritt des Öles herausgedrückt, so daß sich innerhalb der Pumpe kein komprimiertes Luftpolster bilden kann und diese daher dicht bleibt.

An Stelle der elektrohydraulischen Hubvorrichtung kann auch eine elektromechanische treten wie bei dem 3000 kg-Niederplattform-Hubkarren[3]). Bei diesem ziehen zwei Exzenter über ein Kegelrad und Stirnrad, von einem Motor 1,75 kW, 75 V angetrieben, die Plattform auf 135 mm halbschräg aufwärts. Nach Erreichen der höchsten Plattformstellung schaltet ein Endschalter, der auch als Einschalter dient, den Motor ab. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 1,7 m/min. Die Abwärtsbewegung erfolgt unter Strom mittels einer Senkbremsschaltung.

Eine Sonderbauart der Niederplattform-Hubkarren stellt der sogenannte Güterbodenkarren von 2000 kg Tragkraft dar, wie er seit vielen Jahren zwecks schnellerer Be- und Entladung der Güterzüge auf den Eil- und Stückgutabfertigungen in Betrieb ist[4]). Infolge der erheblichen Anforderungen, die heute an große Umladestellen gestellt werden, sind auf den meisten Strecken leichte Güterzüge (Leigzüge) eingesetzt, mit denen in einem Umkreis von mindestens 100 km die Güter, die vormittags zur Anlieferung kommen, noch am gleichen Tage auf den Empfangsstellen eintreffen. Plattform- bzw. Niederplattform-Hubkarren mit Zwei- oder Vierradlenkung sind zum Beladen dieser Leigzüge — in jedem Wagen sind 9 Ladebänke oder eine entsprechende Anzahl Behälter unterzubringen —, nicht geeignet, da sie für diese Zwecke nicht die nötige Wendigkeit haben. Außerdem ist das Einfahren in geschlossene Güterwagen mit Führerstandkarren, bei denen der Fahrer auf 200 bis 250 mm vom Fußboden entfernten Fußtritten steht, mit Gefahr für diesen verbunden, weil die Türen der Güterwagen nur 2 m hoch sind. Daher ist bei den Güterbodenkarren als Dreiradkarren mit Einradlenkung die sitzende Bedienung vorgesehen, bei der genügend Platz zwischen dem Kopf des Fahrers und dem Türrahmen vorhanden ist. Die Übersetzung der sinnfälligen Lenkung ist so gewählt, daß eine leichte Lenkbarkeit erzielt und dadurch eine Schonung der Bereifung des Triebrades erreicht wird. Der Fahrer hat beide Hände zur Lenkung frei. Denn mit dem linken Fuß wird die Bremse, mit dem rechten Fuß der Fahrschalter bedient, der als Nockenschalter mit besonderer magnetischer Lichtbogenlöschung (Blasspule) ausgebildet ist. Die Hubvorrichtung wird durch eine Hochdruck-Zahnradpumpe betätigt. Die Plattform wird in etwa 6 bis 7 s um 200 mm bis zu ihrer Höchststellung senkrecht angehoben. Die Plattformhöhe beträgt in gesenktem Zustand entsprechend den genormten Ladebänken 285 mm.

Abb. 4. Hochdruckzahnradpumpe für 60 bis 80 atü.

[3]) ETZ 56 (1935) S. 1389.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 1229.

Die Einheitsbatterie für Stromwagen.

Von Obering. Curt Zahn, Leipzig.

621. 353. 033. 46

Von allen Antriebsarten der heimischen Treibstoffbewirtschaftung hat die elektrische Antriebsart mit Speicher als Energiequelle für den Stadt- und Nahverkehr die vorteilhaftesten Eigenschaften[1]). Ihre wirtschaftliche Überlegenheit ist durch zahlreiche Beweise erhärtet[2]). Trotzdem hat der Batteriestromwagen bisher noch nicht recht vermocht, am Kraftverkehr den Anteil zu erreichen, der ihm aus national- und energiewirtschaftlichen Gründen zukommen sollte[3]).

Weniger ist das auf seine früher unschöne Formgebung zurückzuführen (die großen Ausstellungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß neuzeitliche Stromwagen jetzt auch ästhetisch voll befriedigen), als auf die begrenzte Batteriereichweite und auf die Gebundenheit an bestimmte Ladestellen. Zwar sind schon öffentliche „Stromtankstellen" angeregt worden, um durch Nachladen der Akkumulatoren größere Fahrbereiche zu ermöglichen. Aber der Zeitbedarf für eine Batterieladung erschwert das Stromtanken am Tage. Ein ausreichend dichtes Netz von Ladestellen würde Unsummen von Installationskosten verschlingen, deren Tilgung von vornherein die Stromtankung finanziell hoch belasten müßte. Dazu kommt weiter, daß Tagesstrom ohnehin nicht so billig abgegeben werden kann, wie überschüssiger Nachtstrom. Ein Versorgungssystem durch öffentliche Ladestellen ähnlich dem der Flüssigkeitstankstellen wird wegen dieser Schwierigkeiten nicht gut entstehen können. Die teilweise geplante Vermietung von Einrichtungen für private Nachtladung erleichtert wohl dem Einzelverbraucher den Kauf, sie löst aber noch nicht die verkehrstechnische Frage, wie tagsüber schnell neuer Betriebsstoff an den Stromwagen abgegeben werden kann. Man muß sich darüber klar sein, daß eine Stromtankstelle sich erst dann durchsetzt, wenn binnen weniger Minuten am Tage der Betriebsvorrat vollständig erneuert werden kann. An Stelle des Ladestromes, der eben nur in mehrstündiger Ladung vom Akku aufgenommen wird, müßte einbau- und fahrbereiter Speicherstrom sofort lieferbar sein. Das ist aber nur möglich durch völligen Austausch der entladenen Batterien gegen neugeladene. Die ganze Frage der Stromtankung löst sich als eine Frage der Vorratshaltung von Speicherstrom: Die Stromtankstelle muß zur einfachen Batteriewechselstelle werden.

60962 A

Abb. 1. Die Einheitsbatterie.

[1]) Zörner, Der deutsche Volkswirt, 10. Jahrg., Nr. 4, S. 31.
[2]) Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 612.
[3]) Blume, Glasers Ann. (1935) Nr. 1401/2, S. 149.

Hier ist die Deutsche Reichspost vorbildgebend. Es ist bekannt, daß elektrische Paketwagen täglich häufig 2 oder 3 Batterien im Wechselbetrieb ausfahren. Allerdings hat die Postverwaltung auch von Anfang an die Voraussetzung hierzu geschaffen und folgerichtig nur gleichgeartete Batterien für Paketbestellwagen zugelassen.

59072 B

Abb. 2. Stromwagen für 5 bis 7 t Tragkraft mit 4 Einheitsbatterien.

In der freien Wirtschaft jedoch stand einem Batteriewechseldienst auf ähnlicher Grundlage das völlig ungeordnete Vierlerlei der mannigfaltigsten Batterieausführungen entgegen. Allein für Elektrowagen und Elektrokarren sind am deutschen Markte mehr als 300 voneinander abweichende Batterietröge bekannt. Die Reihe vergrößert sich sogar noch durch die Akkus für kleinere Gleisfahrzeuge.

Bleichert

59592 B

Abb. 3. Vierachs-Elektrokarren für wechselweisen Straßen- und Schienenbetrieb mit einer Einheitsbatterie.

Sollten nicht alle bisherigen Bemühungen zur Förderung des Stromwagens im Interesse der heimischen Treibstoffwirtschaft erlahmen, so mußte deshalb grundlegender Wandel eintreten. Unter Mitwirkung maßgebender Stellen wird er durch die allgemeine Einführung einer Einheitsbatterie geschaffen werden[4]) (Abb. 1). An Stelle der zahllosen Batteriearten soll ihre vereinheitlichte Regelform treten, sie wird die Einheitsform für den heutigen Stromwagenbau.

[4]) ETZ 56 (1935) S. 1367.

Der weittragenden Bedeutung der neuen Einheitsbatterie haben führende Werke der Stromwagenindustrie bereits Rechnung getragen. Die ersten deutschen Stromwagen mit Einheitsbatterien wurden von Bleichert, Leipzig, für 3½ und 5 t Tragkraft schon im Frühjahr 1935 auf der Berliner Automobilausstellung[5]), auf der Leipziger Messe und auf der Essener Ausstellung „Die Straße" vorgeführt. Inzwischen sind weitere Stromwagentypen für Einheitsbatterien entstanden. Man kann heute einen elektrischen Leichtwagen, einen Personenwagen, einen ¾-, 1- oder 1½ Tonner mit ein und derselben Einheitsbatterie fahren, man kann 2½- und leichte 3½ Tonner mit zwei solchen Batterien ausstatten, wie sie für die vorerwähnten Fahrzeuge verwendet werden. Man fährt schwere 5- und 7 Tonner (Abb. 2) sowie Großschlepper für Anhängelasten bis 15 000 kg sogar mit 4 Einheitsbatterien. Ja man findet schon, daß Sonderwagen mit Niederflurrahmen, wie sie für unhandliches Ladegut verwendet werden, mit Einheitsbatterien am Markte sind. Selbst die bekannten Elektrokarren für stehende Bedienung, auch schwere Hubelektrokarren, Elektrostapler, Elektrogleisfahrzeuge, Kombinationsfahrzeuge für wechselweisen Straßen- oder Schienenbetrieb (Abb. 3), die gleichsam zwei Fahrzeuge in einem vereinen, u. a. m. können teilweise mit ihr ausgerüstet werden. Die Abb. 4 zeigt z. B. einen elektrisch betriebenen Bereitschaftswagen mit Einheitsbatterie. Bei dem in Abb. 5 gezeigten Fahrgestell eines Stromwagens ist die Einheitsbatterie über der Vorderachse angebracht, die das Gewicht der Batterie aufnimmt. Zusätzliche Biegungsbeanspruchungen können daher im Rahmen nicht hervorgerufen werden.

Meistens liegt die Batterie verdeckt innerhalb des Rahmengestells. Wo sie in mehreren Einheiten außen angeordnet ist, paßt sie sich harmonisch dem Linienfluß der Fahrzeuge an (Abb. 2). Je nach Wagenbauart kann sie von der Seite, von vorn, von oben oder nach unten herausgenommen werden. Immer ist darauf geachtet worden, daß die Batterie gleichmäßig in alle Wagen paßt.

Es leuchtet ein, daß die beliebige Verwendung der Einheitsbatterie für die verschiedenartigsten Stromwagen, Elektrokarren, Elektroschlepper (Abb. 6 und 7) usw. große Vorteile bietet. Damit ermöglicht die Einheitsbatterie einen öffentlichen Batteriewechseldienst in wirtschaftlich tragbarer Form. Sie zeichnet auch den Weg für einen Batterieverleih überhaupt vor.

Der Gedanke, Batterien im Miet- bzw. Leihwege zur Verfügung zu stellen, ist übrigens durchaus nicht neu. Einige Elektrizitätswerke halten schon lange Mietbatterien vorrätig. Das Elektrizitätswerk Braunschweig z. B. stellt sie gegen mäßige Monatsmiete bereit und berechnet die entnommene Batterie-kWh mit 8 Rpf. Das Elektrizitätswerk Hannover hat ähnlich vorgearbeitet. Jedoch wurde durch das Vielerlei der bisherigen Batterieausführungen ein größerer Verleih äußerst erschwert. Die Einheitsbatterie wird hier sehr fördernd wirken. Süddeutsche Elektrizitätswerke sahen sich schon jetzt veranlaßt, Leihbatterien bereitzustellen. Ebenso sind andere Wirtschaftskreise und die Akkumulatorenindustrie selbst bereit, Mietbatterien abzugeben.

Wenn der Privatwirtschaft die Beschaffung eigner Batterien und zugehöriger Ladeeinrichtungen erspart bleibt, werden die Vorteile des einfachen und zuverlässigen Stromwagens zweifellos erheblich mehr ausgenutzt. Die Anschaffungskosten für einen Stromwagen werden unter diejenigen eines gleichwertigen Kraftwagens anderer Antriebsarten sinken. Miet- und Abzahlungssysteme für die Fahrzeuge selbst bieten weitere Erleichterungen. In England wurde durch Zusammenarbeit der Wagen- und Bat-

59682 E

Abb. 4. Bereitschaftswagen der Feuerwehr mit einer Einheitsbatterie.

59902 B

Abb. 6. Kleinschlepper für Anhängelasten bis 4000 kg mit einer Einheitsbatterie.

60972H

Abb. 5. Fahrgestell eines Stromwagens mit eingebauter Einheitsbatterie.

59072 Z

Abb. 7. Stromschlepper für Anhängelasten bis 15 000 kg mit vier Einheitsbatterien.

[5]) ETZ 56 (1935) S. 503.

teriefabriken sowie der Stromerzeuger das Mietwesen erheblich ausgebaut. Ein anderer Anreiz für die Anschaffung eines Stromwagens wird dem Verbraucher dadurch geboten, daß er auch der Batteriepflege enthoben ist. Da außerdem am eigentlichen Stromwagen ein nennenswerter Verschleiß nicht eintritt, wird die Ersparnis an Ausbesserungskosten gerade gegenüber Verbrennungsmaschinen hervortreten. Schließlich ist die mit der Batteriemiete erhobene Gebühr für Erneuerung besonders für den kleineren Abnehmer nicht so fühlbar, weil sie sich auf längere Zeit verteilt und nicht zu einem großen Posten zusammenläuft, wie er durch die Plattenauswechslung bedingt ist.

Die Organisation eines öffentlichen Batteriewechseldienstes auf Mietgrundlage ist verhältnismäßig einfach. Leihbatterien, mit Nachtstrom geladen, werden am kommenden Tage als fahrbereiter Speicherstrom zur Verfügung gehalten. Lademöglichkeiten sind in den Elektrizitätswerken meistens vorhanden bzw. können dort billiger errichtet werden als ein Netz von einzelnen Tagesladestellen, die verteilt in der Stadt liegen. Von der zentralen Ladestation des Werkes aus können die Leihbatterien gegebenenfalls an mehrere Batteriewechselstellen abgegeben werden. Die Wechselstelle kann jedenfalls immer der Verkehrsentwicklung folgen und beliebig verlegt werden. Sie erfordert auch keine besonderen Investierungen u. dergl.; sie läßt sich beispielsweise bei einem zuverlässigen Installateur errichten. Die Auswechslung geht rasch vonstatten und bedarf keiner kostspieligen Einrichtungen. Die zum Umwechseln benötigten Vorratsbatterien gleichen sich in der Abschreibung mit den anderen Batterien aus. Denn wenn eine abends eingelieferte entladene Batterie gegen eine neugeladene ausgewechselt wird, die tags darauf arbeitet und abends wieder gegen die am Vortage benutzte zur Auswechslung kommt, so haben beide Batterien nur einen Tag um den anderen gearbeitet; sie haben dafür auch die doppelte Lebensdauer. Für die Abschreibung ist es einerlei, ob alle 2½ Jahre eine Batterie oder alle 5 Jahre zwei solche eingesetzt werden. Außerdem wird sich bei den Elektrizitätswerken im Laufe der Zeit ohnehin ein gewisser Grundstock werkseigner Batterien bilden, wenn bei Aufträgen die Einheitsbatterie zur Vorschrift gemacht wird.

Für die Einführung der elektrisch betriebenen Fahrzeuge sind drei Voraussetzungen zu erfüllen: 1. Leistungsfähige Fahrzeuge, 2. Einheitsbatterien, 3. Strom- bzw. Batterietankstellen. Die erste und teilweise die zweite Bedingung sind von der Industrie erfüllt worden. Die dritte Bedingung wird in Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken ihrer Lösung in Kürze entgegengehen. Der weitgehenden Einführung von Stromwagen steht dann nichts mehr im Wege; sie werden den Platz einnehmen, der ihnen innerhalb der Verkehrswirtschaft zukommt.

Die technische Entwicklung der Elektrofahrzeuge.

621. 335. 5 + 621. 335. 9

Gleichzeitig mit den Bemühungen, den elektrischen Strom in Sammlern zu speichern, geht auch die Entwicklung des Elektrofahrzeuges. Da der Elektromotor bald nach seiner ersten Konstruktion ein zuverlässiges Antriebsmittel war — betriebssicherer als die ersten Verbrennungskraftmaschinen[1]) —, kam man recht früh auf den Gedanken, mit Hilfe der Akkumulatoren und Elektromotoren Fahrzeuge anzutreiben. Die ersten Versuche, sich auf solche Art fortzubewegen, gehen sogar über 100 Jahre zurück[2]). Bei einer Prüfungsfahrt vor 36 Jahren im Jahre 1900 konnten, wie hier bereits berichtet[2]), schon ansehnliche Erfolge erzielt werden. Wenige Jahre später haben die Bergmann-Elektricitäts-Werke die Herstellung von Elektrofahrzeugen aufgenommen. Die Abb. 1 zeigt ein Elektromobil, das akkumulator-elektrisch angetrieben wurde. Die äußere Form des Wagens wurde seinerzeit von den Pferdewagen stark beeinflußt. Bald ging man aber von dieser Form ab und schuf Fahrzeuge, die zweckentsprechender gestaltet wurden. So hat die Deutsche Reichspost Elektrowagen für den Paketzustellungsdienst (Abb. 2) schon seit langen Jahren in Betrieb[3]).

Abb. 1. Ein Elektromobil vor 30 Jahren.

Bei den ersten Wagen hatte man zur Einschaltung des Motors einen Fahrschalter rechts neben dem Lenkrad angeordnet. Die Abb. 3 zeigt ein solches Fahrgestell. Die Akkumulatoren waren in der Kühlerhaube untergebracht. Die äußere Form des Wagens lehnte sich also stark an den Automobilbau an. Der Fahrer mußte beim Anfahren und Bremsen die linke Hand zur Betätigung des Lenkrades benutzen und die rechte zur Einschaltung bzw. Geschwindigkeitsregelung des Fahrzeuges freihalten. Eine Fußbremse und eine Handbremse dienten zum Stillsetzen des Wagens. Bei diesen Wagen wurde das Drehmoment des Motors über eine Kette der Hinterachse übertragen.

Abb. 2. Elektrisch angetriebener Paketzustellungswagen der Deutschen Reichspost.

Von dieser Anordnung sind die Bergmann-Werke dann im Jahre 1925 abgegangen und haben den Fahrschalter *F*, wie die Abb. 4 zeigt, in der Mitte des Fahrgestells liegend angeordnet. Die Betätigung erfolgte nicht mehr durch Handrad, sondern durch einen Schalthebel *S*, ähnlich der

---

[1]) Die ersten Patente auf ein gebrauchsfähiges Fahrzeug mit Verbrennungskraftmaschinen erwarb Carl Benz vor 50 Jahren.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 1328.

[3]) Hubrig, ETZ 56 (1935) S. 612.

beim Automobil bekannten Gangeinstellung. Außer der größeren Sicherheit in der Bedienung hatte man dadurch noch mehr Platz für die Akkumulatoren in dem Vorderteil des Wagens erhalten. Von der Kettenübertragung wurde ebenfalls abgegangen, denn man übernahm nunmehr die aus dem Automobilbau bekannte Kardan-Übertragung.

Abb. 3. Fahrgestell eines Elektrowagens aus der Zeit der Entwicklung.

Bei den neuesten Konstruktionen derselben Firma, die auf der Großen Deutschen Automobilausstellung zu sehen waren[4]), verbesserte man den 4½ t-Wagen insofern, als man die Akkumulatoren nicht mehr vorn unter der Haube vor dem Führersitz einbaute, sondern die Batterie unter dem Fahrgestell hängend anordnete, damit eine schnelle und leichte Auswechselung der Batterie möglich ist.

Abb. 4. Fahrgestell eines Elektrowagens aus neuerer Zeit.

Der bisher für mittelschwere Wagen verwendete Gleichstrommotor ist mit zwei Anker- und zwei Feldwicklungen und entsprechend mit zwei Stromwendern versehen. Diese Ausführung des Motors wurde gewählt, um die Reihen- und Parallelschaltung anwenden zu können. Die Dauerleistung beträgt 4½ PS bei 1250 U/min. Der Motor ist in der Längsachse des Wagens untergebracht und wirkt über ein Ausgleichgetriebe auf die Hinterachse.

Der in der Abb. 4 mit *F* bezeichnete Fahrschalter wird von dem Hebel *S* bedient. Der Fahrschalter ist als Walzenschalter ausgebildet. Wie bei diesen Konstruktionen üblich, ist ein besonderer Unterbrecher mit Funkenlöschspule angebracht, der beim Übergang von einer zur anderen Stellung die Stromunterbrechung vornimmt, bevor die Kontaktfinger die Kontaktstücke verlassen. Die Wiedereinschaltung des Stromes kann erst dann erfolgen, wenn der Betätigungshebel des Fahrschalters auf die Nullstellung (Bremsstellung) oder auf die Fahrstellung *1* gestellt wird.

Abb. 5. Schaltbild eines Elektrowagens.

Wie das Schaltbild Abb. 5 zeigt, sind insgesamt vier Vorwärtsstellungen und eine Rückwärtsstellung vorgesehen. Die Nullstellung ist zugleich Bremsstellung. Die Bremswirkung tritt aber erst nach Betätigung des Fußschalters durch Einschalten des Bremswiderstandes ein. Durch den Fußhebel *H* links vom Steuerrad kann noch eine fünfte Vorwärtsstufe eingeschaltet werden. Dieser Hebel ist mit dem Schalthebel des Fahrschalters so verriegelt, daß er nur dann betätigt werden kann, wenn der Schalthebel auf der vierten Vorwärtsstufe steht. Auf der fünften Stufe wird eine Beharrungsgeschwindigkeit von etwa 27 km/h erreicht. Die mechanische Fußbremse wirkt als Außenbackenbremse auf die Motorwelle; die Handbremse, die zum Feststellen des Wagens dient, ist als Innenbackenbremse ausgebildet und wirkt auf die beiden Hinterräder.

Außer der bereits erwähnten elektrischen Bremse besitzt das Fahrzeug noch zwei mechanische Bremsen. Die neueren Wagen, die auch auf der Autoausstellung gezeigt wurden, haben statt einer Rückwärtsstufe deren zwei.

Die mitgeführte Akkumulatorenbatterie der Type Ky 285/43 hat eine Kapazität von 150 Ah. Bei einer Zellenzahl von 40 beträgt die Betriebsspannung 80 V und der Durchschnittsentladestrom etwa 30 A. Die Reichweite des Fahrzeuges beträgt ohne Zwischenladung oder Auswechselung der Batterie bis zu 70 km.

Die Änderungen, die an den Fahrzeugen im Laufe ihrer Entwicklung vorgenommen wurden, waren, wie wir gesehen haben, meistens nur Änderungen in der Anordnung der Schaltgeräte und der Batterien. An den Geräten selbst brauchte nur wenig verbessert zu werden. Die heutigen Elektrowagen sind daher in ihrer Konstruktion ausgereift und zuverlässige und sichere Fahrzeuge für den Nahverkehr. H. Mudrack, Berlin.

[4]) Siehe S. 275 dieses Heftes.

Gleichrichter zum Laden alkalischer Batterien.

Von Dipl.-Ing. K. **Landsmann**, Berlin.

621. 314. 6 : 621. 355. 8

Akkumulatoren mit Elektroden aus Nickel und Eisen oder Nickel und Kadmium und alkalischen Elektrolyten haben bekanntlich vor den Bleiakkumulatoren den Vorteil, daß sie wesentlich unempfindlicher gegen Überlastungen sind. Es ist deshalb bei diesen Sammlern nicht notwendig, den Ladestrom gegen Ende der Ladung zu verringern, wie dies bei Bleibatterien erforderlich ist.

Eine Ladung, bei der der Ladestrom von Anfang bis zu Ende gleich oder wenigstens angenähert gleich bleibt, läßt sich aber mit den bisher bekannten Ladeeinrichtungen nicht ohne weiteres durchführen, da die Spannung der Sammler während der Ladung recht erheblich ansteigt, wie Abb. 1 zeigt, in der der Spannungsverlauf während der Ladung eines Nickel-Kadmium-Sammlers dargestellt ist.

Abb. 1. Ladekennlinie eines Nickel-Kadmium-Akkumulators.

Um bei diesem Spannungsverlauf den Strom gleichbleibend zu halten, wäre ein Nachregeln entweder von Hand oder selbsttätig erforderlich. Beides kommt praktisch im allgemeinen wenigstens bei kleinen und mittleren Batterien, wie sie für Elektrofahrzeuge und dgl. Verwendung finden, nicht in Frage.

Da solche Batterien in der Regel nachts geladen werden müssen, steht für das Nachregeln des Ladestromes gewöhnlich keine Bedienung zur Verfügung; aus diesem Grunde wird vollkommen selbsttätige Ladung verlangt. Eine selbsttätige Regeleinrichtung wird bei den fraglichen Ladeeinrichtungen zu kostspielig und damit unwirtschaftlich.

Mit dem im folgenden beschriebenen, von Brown, Boveri & Cie., Mannheim (Gleichrichter-Gesellschaft) entwickelten Gleichrichter steht eine selbsttätige Ladeeinrichtung zur Verfügung, bei der es möglich ist, den vollen Ladestrom von Anfang bis zu Ende einer Batterieladung aufrechtzuerhalten, ohne daß dabei verwickelte Relais- und Regeleinrichtungen oder Gittersteuerung gebraucht werden.

Bei einer solchen Ladung alkalischer Batterien wird natürlich die Ladezeit gegenüber den bisher üblichen Ladeverfahren recht erheblich verkürzt. Der neue Ladegleichrichter ist deshalb dort am Platze, wo eine möglichst schnelle Aufladung der Sammler von Wichtigkeit ist. Da der Gleichrichter ebenso wie die bisher bekannten Ladegleichrichter so eingerichtet werden kann, daß er selbsttätig mehrere Batterien nacheinander lädt, die durch Schütze eine nach der anderen eingeschaltet werden, so kann er auch dort vorteilhaft sein, wo zwar die für die Ladung zur Verfügung stehende Zeit nicht allzu sehr beschränkt ist, wo aber mehrere Batterien geladen werden müssen. Durch die Möglichkeit des Nacheinanderladens kann hier die Zahl der erforderlichen Ladegleichrichter unter Umständen verringert werden.

Um bei dem neuen Ladegleichrichter die für das Laden mit gleichbleibendem Strom erforderliche Strom-Spannungs-Kennlinie zu erzielen, werden die auch bei den bisherigen Ladegleichrichtern notwendigen Drosselspulen auf der Wechsel- bzw. Drehstromseite, die eine im wesentlichen geradlinig abfallende Kennlinie ergeben, mit einer Gleichstrom-Vormagnetisierung abhängig vom Ladestrom und der Ladespannung versehen, und zwar so, daß die magnetisierenden Amperewindungen einander entgegenwirken und sich bei bestimmten Strom- und Spannungswerten gegenseitig aufheben[1]). Die verwendeten Mittel enthalten also keinerlei bewegliche Teile und sind praktisch keiner Abnutzung unterworfen.

Durch die Gleichstrommagnetisierung wird die Induktivität der Drosseln nahezu vollständig vernichtet. Solange diese Gleichstrommagnetisierung besteht, hat daher der Gleichrichter nur einen verhältnismäßig kleinen Spannungsabfall, der im wesentlichen durch die Kurzschlußreaktanz des Gleichrichtertransformators bedingt ist. Sobald sich aber bei einer bestimmten Belastung die vom Strom bzw. der Spannung abhängigen magnetisierenden Amperewindungen gegenseitig aufheben, die Gleichstrommagnetisierung der Drosseln also verschwindet, kommt die Induktivität der Drosseln voll zur Wirkung. Die Spannung des Gleichrichters fällt dadurch stark ab.

Abb. 2. Strom-Spannungskennlinien eines Gleichrichters zum Laden mit gleichbleibendem Strom.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Gleichrichters verläuft dadurch anfangs flach, fällt dann aber bei einer bestimmten Belastung sehr stark ab. In Abb. 2 zeigt z. B. die Linie *1* eine derartige Kennlinie eines Ladegleichrichters für 20 A Ladestrom und etwa 55 Nickel-Kadmium-Zellen.

Wird an den Gleichrichter eine solche Batterie angeschlossen, bei der während des Ladens die Spannung von

[1]) DRP. ang.

1,4 bis 1,75 V je Zelle, im ganzen also von 77 bis 97 V ansteigt, so bleibt, wie sich aus der Kennlinie ohne weiteres ergibt, der Strom während der ganzen Ladung praktisch gleich 20 A.

Derjenige Belastungsstrom, bei dem die Spannung abfällt, ist nach dem Gesagten abhängig von den der Spannung verhältnisgleichen Amperewindungen, deren Größe in einfacher Weise durch einen regelbaren Vorwiderstand verändert werden kann. Durch Veränderung des Vorwiderstandes können daher ohne weiteres auch die gezeichneten Kennlinien *2* oder *3* in Abb. 2 erzielt werden. Das bedeutet, daß derselbe Gleichrichter je nach der Einstellung des Widerstandes aber ohne Umzapfung der Ladedrosselspulen oder dgl. auch beliebig kleinere Sammler ordnungsgemäß laden kann.

Die Höhe des nahezu senkrecht verlaufenden Stückes der Strom-Spannungs-Kennlinie kann durch eine entsprechende Bemessung der vormagnetisierten Drosselspulen innerhalb gewisser Grenzen beliebig groß gewählt werden. Dadurch ist es möglich, denselben Gleichrichter ohne jede Änderung auch zum Laden von Batterien mit anderen Zellenzahlen zu verwenden.

Bei Einstellung des Vorwiderstandes auf die Kennlinie *1* in Abb. 2 bleibt der Ladestrom zwischen etwa 56 und 97 V nahezu gleich 20 A. Mit diesem Gleichrichter kann also auch eine vierzigzellige Batterie, bei der sich die Spannung während des Ladens von $40 \cdot 1{,}4 = 56$ bis $40 \cdot 1{,}75 = 70$ V ändert, mit 20 A geladen werden.

Wenn der Gleichrichter mit einem selbsttätigen Ladeschalter ausgerüstet wird, bei dem für die Ladung von Kadmium-Nickel-Batterien mit gleichbleibendem Ladestrom durch ein einfaches Spannungsrelais ein Uhrwerk ausgelöst wird, das nach einer bestimmten Zeit, innerhalb der die Ladung beendet ist, den Gleichrichter abschaltet, so muß natürlich, wenn mit demselben Gleichrichter Sammler verschiedener Zellenzahlen geladen werden sollen, nur das Spannungsrelais durch Änderung seines Vorwiderstandes verschieden eingestellt werden. Irgendwelche andere Änderungen oder Umschaltungen sind, sofern die Zellenzahlen der Batterien nicht allzu sehr verschieden sind, nicht erforderlich.

Da es oft erwünscht ist, mit demselben Gleichrichter verschiedenartige Sammler laden zu können, so bedeutet diese denkbar einfache Möglichkeit der Einstellung des neuen Gleichrichters auf die entsprechenden Bedingungen einen weiteren Vorteil.

Der innere Aufbau des Gleichrichters ist, abgesehen von den Vormagnetisierungswicklungen auf den Drosselspulen, vollkommen der gleiche, wie bei den normalen BBC-Ladegleichrichtern. Ebenso ist auch der Wirkungsgrad, läßt man die unbedeutenden Verluste in den Vormagnetisierungswicklungen unberücksichtigt, der gleiche.

Die beschriebenen Eigenschaften dürften den neuen Gleichrichter zu einem wertvollen Hilfsmittel für den Betrieb von Elektrofahrzeugen machen und ihm seinen Platz in der Praxis sichern.

Elektrokarren im Werkbetrieb.

621. 335. 5

In der neuzeitlichen Betriebsführung ist die Aufmerksamkeit keineswegs auf das reine Herstellungsverfahren allein gerichtet, sondern auch in gleichem Maße auf die zugeordneten Randgebiete, von denen das Förderwesen eines der wichtigsten ist.

Abb. 1. Elektrohubkarren beim Aufnehmen einer Ladebank.

Ausgehend von früher gemachten Fertigungsverfahren und der Erkenntnis, daß Normung eine der wichtigsten Bedingungen für die Massen- und Reihenherstellung ist, hat man auch danach getrachtet, eine Normung im Förderwesen herbeizuführen. Da aber in den meisten Anlagen die verschiedenen Werkstoffe, Werkstücke und Erzeugnisse hinsichtlich Gewicht, Größe und Form weit voneinander abweichen, ist es zunächst erforderlich, diese verschiedenen Teile für die Beförderung derart zusammenzufassen, daß das gleiche Fördermittel alle diese Lasten in der gleichen Weise befördern kann. Nachdem dies geschehen ist, kann der Fördervorgang in einzelne mechanische Arbeitsgänge zerlegt werden, wie sie mit ähnlichen kennzeichnenden Eigenschaften schon von der eigentlichen Fertigung her bekannt sind.

Die älteste Vorrichtung in der Geschichte der Fördermittel, die Schleife, wurde daher als Ladebank wieder zum Leben erweckt. Im allgemeinen ist die L a d e b a n k eine flache, rechtwinklige Vorrichtung aus Holz oder Metall,

Abb. 2. Nachweis von Ersparnismöglichkeiten im Förderwesen.

versehen mit Rollen, Füßen oder anderen Stützen, die an die Bank angebaut sind oder einen Bestandteil derselben bilden. Diese Ladebänke stellen ein Mittel dar, viele Einzelgegenstände zu einer Einheitslast zu vereinen; sie bieten somit ein einfaches und wirtschaftliches Verfahren zur Mechanisierung des Förderwesens.

Ein E l e k t r o h u b k a r r e n fährt mit gesenkter Plattform unter die beladene Bank zwischen die Stützen (s. Abb. 1). Dann wird die Plattform angehoben, so daß die Stützen vom Fußboden freikommen und die Ladebank mit ihrer Last nach Belieben gefahren werden kann[1]). Am Bestimmungsort angekommen, wird die Plattform des

[1]) Siehe auch S. 265 dieses Heftes.

Elektrokarrens gesenkt, bis die Bank auf ihren Stützen steht, und der Karren dann wieder unter der Bank herausgefahren.

Diese Förderweise ermöglicht wegen ihrer Einfachheit, Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit an die Besonderheiten eines jeden Fördergutes, sowie durch die Verminderung der Zahl der Umladungen (s. Abb. 2) sehr große Ersparnisse.

Die weiteren Vorteile dieses Verfahrens sind vereinfachte Überwachung und Mengenprüfung. Die Ladebanklasten können so genormt werden, daß Einheitsmengen je Ladung zustande kommen. Statt der Einzelstücke wird dann eben nur die Gesamtladung überprüft. Die damit verbundene Zeitersparnis kommt wieder der Fertigung zugute, da der zeitliche Ablauf der Fertigung von der Werkstoff- bzw. Halbteileanlieferung wesentlich abhängt[2]).

Abb. 3. Elektrokarren mit Auslegerkran in Fahrstellung; größte Tragfähigkeit 1500 kg.

Eine andere Anwendung des Elektrokarrens im Werkbetrieb ist folgende: Für das Befördern oder Umladen der Werkstücke und Güter in Werkstätten, Lagern und Lagerplätzen ist oft eine feste Krananlage aus Platzgründen oder dergl. nicht aufstellbar. In diesen Fällen ist der Elektrokarren mit aufgebautem Kran in der Lage, helfend einzugreifen, alle Nachteile der ortsfesten Anlage zu vermeiden, dabei aber doch ein in den Grenzen der Tragfähigkeit vollwertiges fahrbares Hebezeug zu sein.

In der Abb. 3 wird ein Elektrokrankarren für eine größte Tragkraft von 1500 kg gezeigt. Das Fahrzeug entwickelt eine Geschwindigkeit von 14 bzw. 11 km/h. Der Kranaufbau besteht aus der mit dem Rahmen fest verbundenen Königsäule, dem schwenkbaren Krangerüst mit Ausleger, den beiden Elektrowinden für den Lasthaken und für den einziehbaren Ausleger sowie den Sammlerbehälter, der mit dem Sammler als Gegengewicht dient. Durch ein handbetätigtes Drehwerk mit Kette kann der auf Kugeln gelagerte Kranaufbau nach jeder Seite um 135 ° gedreht werden. In der Mittelstellung, wo der Kranausleger in Fahrtrichtung liegt, ist eine Verriegelung durch Stechbolzen möglich.

Das Elektrohubwerk hat einen Elektromotor von 2,5 PS, 80 V, der über Stirnradvorgelege die mit eingedrehten Rillen versehene Seiltrommel antreibt und dem Lasthaken eine Hubgeschwindigkeit von 5,20 m/min gibt. Eine elektromagnetische Bremse hält in jeder Lage die Last sicher fest. Die Steuerung des Hubwerkes erfolgt durch einen rechts am Schaltschrank angebrachten Wendeschalter mit Handrad, der mit einem Endschalter für die höchste Hakenstellung verbunden ist.

Das Auslegen und Einziehen des Kranauslegers wird durch einen Elektromotor von 1,2 PS, 80 V, über ein Vorgelege und eine Spindel mit Wandermutter in etwa 45 s vorgenommen. Für die Steuerung des Motors dient ein zweiter links am Schaltschrank angebauter Wendeschalter mit Handrad. Die beiden Endstellungen des Auslegers werden durch mechanische Endschalter begrenzt; der Motor muß alsdann durch Betätigung des Wendeschalters stillgesetzt werden. Da die Spindel des Einziehwerkes selbsthemmend ist, erübrigt sich eine besondere Bremse für diesen Antrieb.

Der Sammler ist am drehbaren Kranaufbau in einem verschließbaren Blechkasten, auf Rollen seitlich herausziehbar, untergebracht und dient als Gegengewicht. Die Stromzuführung von der Batterie zu den Fahrmotoren erfolgt durch bewegliches Kabel.

Je nach der Stellung des Auslegers ergeben sich Tragkraft und Ausladung; die zulässige Tragkraft wird an einer Anzeigevorrichtung vom Führerstand aus abgelesen. Die Ausführung des Fahrzeuges mit Vierradlenkung und Drehkran macht es überaus wendig; das Fahrzeug kann aus diesem Grunde auch in engen Lagerhäusern und Werkstätten verwendet werden.

Oft ist es erforderlich, schwerere oder unhandliche Gegenstände zu befördern, die mit einem Hebezeug oder von Hand auf das Förderfahrzeug gehoben werden müssen. Für diese Arbeiten wurde von der AEG ein Elektrokarren mit kippbarer Plattform geschaffen, die bis auf den Erdboden gesenkt werden kann; außerdem muß ein Windwerk vorhanden sein, um die zu befördernden Lasten auf die Plattform ziehen zu können. Aus fertigungstechnischen Gründen wurde das normale Fahrgestell des Elektrohubkarrens mit tiefliegender Plattform für 2000 kg Tragfähigkeit vorgesehen.

Dieser Elektrokarren erhielt ein über der Batterie angeordnetes Elektro-Seilwindwerk, kippbare Plattform und eine von Hand betriebene hydraulische Kippvorrichtung.

Abb. 4. Elektrokarren mit kippbarer Plattform und Seilwindwerk in Betrieb.

Das in einem besonderen Blechkasten mit hochklappbarem Deckel angeordnete Windwerk besteht aus einem Hauptstrommotor von 2 PS, 80 V, der über ein in geschlossenem Gehäuse vollkommen im Ölbad laufendes Schneckenradvorgelege und je ein Stirnradvorgelege eine rechts und eine links angeordnete Seiltrommel mit tief eingedrehten Seilrillen praktisch geräuschlos antreibt. Das Ab- und Aufwickeln der beiden Zugseile geht über je eine Umleitrolle in Verbindung mit je einer besonderen Seilwickelvorrichtung jederzeit mit oder ohne Last einwandfrei vor sich. Die Betätigung des Windwerkes erfolgt durch einen einzigen Schalthebel, der über ein Gestänge den mit Senkbremsschaltung ausgerüsteten Hubschalter antreibt.

Zum Aufwinden, z. B. von Trommeln, wird die kippbare Plattform durch Betätigung der neben dem Führerstand angeordneten hydraulischen Handpumpe in die Schräglage (Abb. 4) gebracht. Nachdem der Fahrer die mit Ösen versehenen Enden der beiden Zugseile über die im Mittelpunkt der Trommeln befindliche Achse geschoben hat, stellt er den Schalthebel auf „Heben", worauf das Windwerk eine Trommel bis zu einem Gewicht von 2000 kg

---

[2]) Siehe auch W. Körtje, AEG-Mitt. (1934) S. 135.

und einem Durchmesser bis zu 2000 mm oder zwei entsprechend kleinere Trommeln mit einer Hubgeschwindigkeit von etwa 6 m/min auf die schiefe Ebene der Plattform heraufzieht. Sobald der Kippunkt überschritten ist und das an der Handpumpe befindliche Absperrventil etwas geöffnet wird, neigt sich die Plattform unter dem Einfluß der Nutzlast langsam und stoßfrei, bis sie die waagerechte Lage erreicht hat.

Zum Abladen der Last bringt der Fahrer durch 12 bis 15 Pumpenhübe die belastete Plattform ohne besondere Kraftanstrengung in die Schräglage und stellt den Schalthebel auf „Senken", worauf die Last die schiefe Ebene der Plattform langsam hinabrollt oder abrutscht; sie kann auch durch eine besondere Außenbackenbremse im Getriebe in jeder Zwischenstellung festgehalten werden.

Der Elektrokarren kann auch als normaler Elektrokarren mit fester Plattform verwendet werden; zu diesem Zweck wird die Plattform in waagerechter Lage durch eine Verriegelung in Form einer leicht lösbaren Schraubverbindung festgestellt. G. Lucas VDE, Berlin.

Bauart und Versuchsergebnisse einer elektrischen Zugmaschine.

621. 335. 5

Die Berliner Kraft- und Licht(Bewag)-Aktiengesellschaft hat vor einigen Wochen eine neuartige Akkumulator-elektrische Zugmaschine in Dienst gestellt, die konstruktiv einige interessante Neuerungen aufweist. Die Zugmaschine ist gebaut für eine Anhängelast am Haken von 15 t. Das Eigengewicht beträgt 4 t. Die Batterie AFA 7/ky 285 mit 80 Zellen hat 350 Ah bei fünfstündiger Entladung. Das Gewicht der Batterie beträgt 2 t. Belastung, Geschwindigkeit und Fahrstrecke bei trockener Fahrbahn in der Ebene sind aus der Zahlentafel 1 zu entnehmen.

Zahlentafel 1.

Anhängelast in t	Höchstgeschwindigkeit km/h	Fahrstrecke km
0	38	125
5	30	90
10	25	(65)
15	18	(45)

Die Fahrstrecke für 10 und 15 t sowie der Stromverbrauch sind noch nicht gemessen worden. Als Motor wird ein Hauptstrommotor mit umlaufendem Feld und Anker verwendet. Die Geschwindigkeitsregelung geschieht in drei Stufen verlustlos für den Vorwärtslauf und in einer Stufe für den Rückwärtslauf durch Handschaltung wie beim Kraftwagen mit Verbrennungskraftmaschine. In der ersten Geschwindigkeitsstufe vorwärts und rückwärts sind die Batterien parallel geschaltet (Anfahrstufe), in der zweiten Stufe sind die Batterien für Vorwärts hintereinander geschaltet, in der dritten Geschwindigkeitsstufe wird der umlaufende Feldteil mechanisch festgebremst. Die dritte Stufe wird bei Leerfahrten und bei Belastungen von 5 t am Haken (leerer Anhänger) eingeschaltet. Mit einer Fußschaltung (elektrische Kupplung) werden kleine Anlaßwiderstände zur Strombegrenzung durch Zurückholen des Fußes kurzzeitig eingeschaltet. Bei Fahrt in der dritten Geschwindigkeitsstufe und Betätigung der Fußschaltung schaltet sich selbsttätig die zweite Geschwindigkeitsstufe ein. Die Umschaltung von Vorwärts- auf Rückwärtsgang erfolgt durch einen besonderen Handhebel, der eine Bürstenumschaltung vornimmt. Hand- und Fußbremse sind mechanisch. Der Motor mit einer Leistung von 30 PS treibt ohne Differential die Hinterachse an. Das Ausgleichgetriebe konnte fortbleiben, da die Hinterräder durch die Anordnung der Batterie zusammengedrängt sind. Die Batterie in zwei Trögen ist zu beiden Seiten außerhalb der Hinterräder angebracht, leicht auswechselbar und zum Wechseln der Hinterräder um einen Zapfen schwenkbar.

Die Straßenlage der Zugmaschine ist sehr gut, Rutschgefahr ist nicht vorhanden. Ein Fahrversuch mit 5 t-Anhängelast in der Ebene außerhalb Berlins und unter derselben Bedingung in Berlin ergab, daß die durch die Verkehrsregelung und durch die anderen Verkehrsteilnehmer erzwungenen Haltestellen, ferner die Steigungen innerhalb der Stadt die tägliche Fahrstrecke (Reichweite) um rd. 5 % gegenüber der Fahrt außerhalb der Stadt verringerten.

M Motor B_I, B_{II} Batterien

Abb. 1. Elektrische Zugmaschine für 15 t Anhängelast.

Der Stromverbrauch bei einer Außentemperatur von 0 °C (Fahrbahn naß, teilweise trocken) kann unter Berücksichtigung des Eigengewichtes mit 0,08 bis 0,09 kWh/tkm angenommen werden. Die Zahlen beziehen sich auf das Gesamtgewicht, d. h. Fahrzeuggewicht und Zuglast am Haken. *Ho.*

Akkumulatortriebwagen der Zschornewitzer Kleinbahn.

621. 335. 4. 033. 46

Die zum Konzern der Elektrowerke Aktiengesellschaft gehörende Zschornewitzer Kleinbahn G. m. b. H. stellte am 17. 10. 1934 einen neuen Akkumulatortriebwagen in Dienst[1]). Die Veranlassung gab die Schaffung einer besseren Beförderungsmöglichkeit für die Schulkinder von Gefolgschaftsmitgliedern der Elektrowerke aus den Orten Golpa—

Abb. 1. Akkumulatortriebwagen.

[1]) E. Müller, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 817.

Zschornewitz nach Bitterfeld. Durch Entgegenkommen der Reichsbahndirektion Halle war es möglich, vertraglich festzulegen, daß der Triebwagen unter Führung von Reichsbahnpersonal auf der Reichsbahnstrecke bis Bitterfeld durchgeleitet wird.

Der Triebwagen wurde entsprechend den Bedingungen der Reichsbahn ausgeführt und besitzt ein Platzangebot von 51 festen Sitzplätzen, 6 Klappsitzen und bis zu 30 Stehplätzen. Die Führerstände wurden von den Fahrgasträumen getrennt, um zur Gepäckbeförderung bzw. Postbeförderung zu dienen (Abb. 1). Der Einstieg für die Fahrgäste wurde in die Wagenmitte verlegt. Der Antrieb erfolgt nach Art der in Straßenbahnbetrieben seit langem erprobten Weise mit einem gekapselten Tatzlagermotor. Die Stundenleistung des Motors beträgt 70 PS (51,5 kW) bei 300 V Betriebsspannung. In jedem Führerstand befindet sich ein einfacher Fahrschalter wie bei Straßenbahnwagen, jedoch mit Totmann - Einrichtung versehen. Um das Gewicht des Wagens möglichst klein zu halten, wurde eine aus 160 Zellen bestehende Gitterplattenbatterie in Sonderausführung gewählt, deren Gewicht nur 4740 kg beträgt. Die Kapazität der Batterie gibt dem Triebwagen einen Fahrbereich von 150 km. Die Batterie wurde in zwei absenkbaren eisernen Behältern unter dem Wagenkasten angebracht. Die Abmessungen der Batteriekästen sind so gehalten, daß eine Absenkung zwischen den Gleisen in einer nur 45 cm tiefen Grube möglich ist. Zum Aufladen der Batterie werden die Kästen über eine Hubvorrichtung herabgelassen, um eine gute Entlüftung sicherzustellen. Das Gesamtbetriebsgewicht des Wagens beträgt 20 500 kg, wovon 14 150 kg auf den wagenbaulichen Teil einschließlich Warmwasserheizung, Bremsung und Batteriebehälter, 1600 kg auf die elektrische Fahreinrichtung und 4750 kg auf die Batterie entfallen. Die Gesamtlänge des Wagens über Puffer gemessen beträgt 14 610 mm. Der Triebwagen hat die in ihn gestellten Erwartungen voll erfüllt. Auch die von der Reichsbahn verlangte Geschwindigkeit von mindestens 60 km/h wird mühelos erreicht. Die Anfahrbeschleunigung beträgt 0,36 m/s². *Sb.*

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1936.

Von **H. Hasse** VDE, Berlin.

621. 3 : 929. 113

Die Autoschau 1936 stand, wie auch ihre letztjährigen Vorgängerinnen[1]), im Zeichen des Vorwärtsstrebens und schwungvollen Aufbauwillens deutscher Schaffenskraft. Das Ziel unseres Führers, das er in seiner Eröffnungsrede zur Ausstellung wiederum zum Ausdruck brachte, ist die weitere Motorisierung Deutschlands, um möglichst viele an dem technischen Fortschritt Anteil nehmen zu lassen. Wir wissen, welche Schwierigkeiten sich bei der Treibstoffbeschaffung entgegenstellen, und wir wissen auch, wie diese überwunden werden. Die Ausstellung 1936 zeigte die erfolgreichen Ergebnisse dieser Bemühungen überall da, wo es angängig ist, heimische Kraftquellen für den Antrieb von Kraftfahrzeugen nutzbar zu machen.

Elektrofahrzeuge. Den Elektrofahrzeugen kommt hierbei für den Nahverkehr (Stadtverkehr) eine besondere Bedeutung zu. An anderer Stelle dieses Heftes[2]) ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung wiedergegeben, die beweist, daß der elektrisch angetriebene Wagen für bestimmte Aufgaben im Nahverkehr zweckmäßiger und wirtschaftlicher ist als das mit flüssigem Brennstoff betriebene Fahrzeug. Aus dieser Erkenntnis heraus bauen die einschlägigen Firmen diese Wagen schon seit 20 Jahren und mehr und zeigen demnach heute Konstruktionen, die vollständig ausgereift sind.

Die Bemühungen gingen vor allem dahin, das Eigengewicht der Wagen nach Möglichkeit herabzusetzen, um dem Fahrzeug mit einer Batterieladung einen möglichst großen Fahrbereich zu geben. Diese Bestrebungen zielen zunächst auf Herabsetzung des Gewichts für den mechanischen Teil, soweit eine solche natürlich mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit zulässig ist. Ferner ist man bemüht, den elektrischen Antrieb nach Möglichkeit nicht stärker und größer zu gestalten als unbedingt notwendig. Für die größeren Elektrowagen über 2 t und mehr verwendet man daher im allgemeinen den Einmotorenantrieb in Verbindung mit einem Ausgleichgetriebe. Für Fahrzeuge mit kleinerer Tragkraft wird zuweilen der Zweimotorenantrieb vorgezogen; hier kann das Ausgleichgetriebe fortfallen, da je ein Motor auf ein Triebrad arbeitet.

Die AEG zeigte ein Elektrofahrzeug für 6 t Nutzlast bei einem technisch zulässigen Gesamtgewicht von 13 t. Wie die Abb. 1 zeigt, wird das Fahrzeug durch einen selbstlüftenden Gleichstrom-Hauptstrommotor mit einer Stundenleistung von 20 kW über ein Differential angetrieben. Eine Batterie von 80 Zellen mit 400 Ah, in vier Einheitströgen seitlich an dem Fahrgestell untergebracht, gibt dem Wagen bei einer Beharrungsgeschwindigkeit von 25 (mit Last) bzw. 30 km/h (ohne Last) einen Fahrbereich von etwa 65 km. Die Regelung der Fahrgeschwindigkeit erfolgt durch einen mit Hebel betätigten dreistufigen Fahrschalter in Verbindung mit einem Nockenschütz zum stromlosen Schalten an der Walze. Eine von Fuß betätigte dreistufige Anlasserwalze gewährleistet ein weiches Anfahren. Außer der einstufigen elektrischen Bremse sind noch zwei mechanische Bremsen vorgesehen, eine Vierraddruckluftbremse, die durch Fußhebel betätigt wird, und eine Handbremse. Die Schaltgeräte sind, wie die Abb. 1 zeigt, leicht zugänglich unter einer Haube vor dem Führerhaus untergebracht.

Abb. 1. Fahrgestell eines Elektrolastfahrzeuges für 6000 kg Nutzlast.

Die Bergmann Elektricitäts-Werke zeigen außer einem 1½ t-Lieferwagen, bei dem die alte Batterieanordnung vorn vor dem Führerhaus beibehalten wurde, u. a. einen neuen 4½ t-Lieferwagen, bei dem die Einheitsbatterie seitlich am Fahrgestell untergebracht wurde. Über die Art

[1]) ETZ 56 (1935) S. 503.

[2]) Siehe S. 261 dieses Heftes.

des Antriebes und der Steuerung dieser Bergmann-Fahrzeuge wird an anderer Stelle[3]) dieses Heftes berichtet.

Die Bleichert-Transportanlagen G. m. b. H., Leipzig, war besonders bemüht, das Eigengewicht der Wagen aus den eingangs angeführten Gründen herabzusetzen. Bei dem Stromwagen EL 800 wurden schwingende Halbachsen und ein verwindungsfreier Doppelrohrrahmen eingebaut, der bei 1900 kg Tragfähigkeit nur 88 kg wiegt. Neuartig für Elektrowagen ist der Antrieb des Niederflurwagens ELN 2500. Dieser neue Wagen mit nur 33 cm hoher Ladefläche hat Vorderradantrieb (Abb. 2). Sondermotoren treiben die Vorderräder mit direkter Ritzelübertragung ohne Zwischenglieder, Vorgelege oder dgl. an. Umwege der Kraftübertragung sind also hier vermieden. Die zwei Einheitsbatterien sind hinter dem Führerhaus untergebracht und erhöhen das Adhäsionsgewicht des Wagens, da das Batteriegewicht gleichmäßig auf die vorderen Triebräder wirkt.

Abb. 2. Niederflur-Stromwagen für 2,5 bis 3 t Tragfähigkeit mit zwei Einheitsbatterien.

Einen Versuch macht Bleichert mit einem Elektrofahrzeug für Personenbeförderung. Im allgemeinen hat früher das Elektroauto (Taxe) das elektrisch angetriebene Fahrzeug in der Öffentlichkeit in Mißkredit gebracht, da es für die Personenbeförderung viel zu langsam ist. Diesen Nachteil übertrug man leider auch auf die Güterbeförderung, wo es auf eine hohe Beharrungsgeschwindigkeit nicht ankommt. Für Sonderaufgaben, z. B. für Elektrizitätswerke als Revisionswagen und für alle die Zwecke, bei denen ein fester Fahrplan vorliegt, wird dieser Personen-Elektrowagen, der bei einer Höchstgeschwindigkeit von 35 km/h eine Fahrstrecke von rd. 100 km mit einer Batterieladung zurücklegen kann, geeignet sein.

Elektrowagen mit 1000, 1500, 1850 und 2500 kg Nutzlast zeigte die Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen a. N. Der 2,5 t-Lastwagen erhält durch einen 12 PS-Motor, aus einer 40 Zellen-Batterie gespeist, eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h bei beladenem Wagen. Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch einen mit Knüppelhebel betätigten Fahrschalter mit Gangwalze in Verbindung mit einer durch Fußhebel einschaltbaren Widerstands-Vorschaltwalze. Die Batterien sind ebenfalls seitlich am Fahrgestell zwecks schnellerer Auswechselung angeordnet. Sollen mit dem Elektrowagen längere und größere Steigungen befahren werden, so wird ein zusätzliches Getriebe eingebaut.

Die Hansa-Lloyd- & Goliath-Werke, Bremen, stellten das Fahrgestell eines 5 t-Elektrolastwagens aus. Der selbstlüftende Gleichstrommotor ist in der Mitte des Fahrgestelles angeordnet und übermittelt sein Drehmoment über ein Differential der Hinterachse. Die Batterie ist ebenfalls seitlich unter dem Fahrzeug hängend angebracht, sie kann mit Kurbeln leicht herabgelassen werden. Die Steuerung geschieht in der heute üblichen Weise: Vier Geschwindigkeitsstufen für die Vorwärtsfahrt, eine Nullstellung und zwei Rückwärtsstufen. Die Schaltgeräte sind unter einer Haube vor dem Führerhaus eingebaut.

Elektrokarren. An der Bauweise der Elektrokarren wurde in dem letzten Jahr wenig geändert. Jedoch sind die Anwendungsmöglichkeiten erweitert worden. Für den Werkbetrieb und für Sonderzwecke sind diese Karren heute unentbehrlich geworden. Der Einsatz dieser Karren in der Werkstatt bringt soviel Vorteile, daß kein anderes Beförderungsmittel hier ernsthaft in Wettbewerb treten kann[4]). Im Dienst der Elektrizitätswerke und Straßenbahnen als Montagewagen[5]), im Dienst der Reichspost und Reichsbahn[6]) sind diese Elektrofahrzeuge hinreichend erprobt.

Auf der Autoschau waren allerdings nur wenige ausgestellt. Die AEG zeigte einen Elektrokarren mit Führerstand für 2000 kg Tragkraft, Zweiradlenkung und Einmotorenantrieb. Die Stundenleistung des Motors beträgt 2,9 kW; er gibt dem Fahrzeug eine Geschwindigkeit von 11 km/h mit Vollast und 14 km/h ohne Last. Der Fahrbereich beträgt bis zu 80 km je Ladung.

Die Firma Bleichert zeigte den bekannten Elektrokarren „Eidechse" mit Trittbrettlenkung (Körpergewichtssteuerung), die Maschinenfabrik Eßlingen Elektrokarren mit Einmotorenantrieb, ölgekapseltem Getriebe, mechanischem Differential, Fußhebel- und elektrischer Widerstandsbremse. Auch die Hansa-Lloyd- und Goliath-Werke warteten mit einem 1,5 t-Elektrokarren auf.

Fahrstrom- und Starterbatterien. Die einschlägigen Firmen hatten hier ihre bewährten Erzeugnisse in reichlicher Auswahl zur Schau gestellt. Gegenüber dem Vorjahr sind vielfach Verbesserungen getroffen worden, die hauptsächlich den mechanischen Teil der Batterie betreffen. Einige Hersteller haben neue Typen eingeführt, ein anderes Akkumulatorenwerk hat die Bauhöhe der Starterbatterien für die neuen Kraftwagen mit tieferliegendem Schwerpunkt entsprechend erniedrigt.

Für die Fahrstrombatterien elektrisch angetriebener Fahrzeuge wurden fast durchweg genormte Einheitströge verwendet. Der Vorteil dieser Normung liegt in der Auswechselbarkeit von Fahrzeugbatterien verschiedener Herkunft. Wenn der Fahrzeugbesitzer seine leergewordene Batterie an öffentlichen Tankstellen gegen eine vollgeladene Batterie austauschen kann, so kann natürlich die tägliche Fahrstrecke der Elektrofahrzeuge, die jetzt etwa zwischen 50 und 70 km liegt, verdoppelt werden. An anderer Stelle dieses Heftes wird auf diese Frage noch näher eingegangen[7]).

Ladevorrichtungen für Batterien. Zur Ladung von Starter- und Fahrzeugbatterien wurden von den einschlägigen Firmen Trockengleichrichter, Glühkathoden- und Quecksilberdampfgleichrichter ausgestellt, die alle in ihrem Aufbau das Bestreben zeigten, die Ladetechnik so einfach wie möglich, aber auch so sicher wie möglich zu gestalten; einfach, um auch dem Nichtfachmann ein Gerät in die Hand zu geben, daß ihm die Ladung seiner leergewordenen Starterbatterie oder Fahrzeugbatterie gestattet und sicher, um die Ladung möglichst während der Nachtzeit vorzunehmen, wenn die Elektrizitätswerke den billigen Nachtstrom liefern können. Hierbei mußten die technischen Ladebedingungen unbedingt eingehalten werden. Um diese Ziele zu erreichen, ist von den Herstellern viel Kleinarbeit geleistet worden, und man kann wohl sagen, daß diese Arbeit auch zum Erfolg führte.

Für die Ladung von Elektro-Fahrzeugbatterien zeigte die AEG Glühkathoden- und Quecksilberdampf-Gleichrichter, und zwar für Stromstärken von 20 bis 80 A, sowie einen Trockengleichrichter für 20 A. Da die Ladestromstärke gegen Ende der Ladung heruntergesetzt

[3]) Siehe S. 269 dieses Heftes.

[4]) Siehe auch S. 265 u. 272 dieses Heftes.
[5]) ETZ 56 (1935) S. 1417.
[6]) ETZ 56 (1935) S. 1229.
[7]) Siehe S. 267 dieses Heftes.

werden muß, arbeiten diese Gleichrichter bei selbsttätigem Betrieb mit Ladedrossel in Verbindung mit dem bekannten Pöhlerschalter. Soll die Ladezeit verkürzt werden, so kann eine Doppel-Ladedrossel verwendet werden. Das Anwendungsgebiet der Glühkathoden- und Trockengleichrichter ist hauptsächlich die Ladung von Klein- und Starterbatterien. Die AEG zeigte auch an der Wand aufhängbare Trockengleichrichter für 6 V, 3 A und 12 V, 6 A, die sich für gewerbliche Zwecke recht gut eignen.

Auch die Accumulatoren-Fabrik Curt Gorschalki & Co., Berlin SO 36, war mit AFG-Glühkathoden-Gleichrichtern und Trockengleichrichtern vertreten. Die Geräte werden mit unterteiltem Transformator versehen, um die jeweils erforderliche Spannung entsprechend der Zellenzahl einzustellen. Der Glühkathoden-Gleichrichter GAGE, der größte von dieser Firma hergestellte Gleichrichter, kann bis 36 Zellen mit einer Stromstärke von 6 A laden.

Abb. 3. Kupferoxydul-Trockengleichrichter für 12 V, 10 A.

Die von den SSW gezeigten Trockengleichrichter, hauptsächlich für die Aufladung von Autobatterien geeignet, sind besonders einfach in ihrer Bedienung (Abb. 3). Nach Eintritt der Gasung bei etwa 2,4 V je Zelle beträgt der Ladestrom nur noch etwa 50 % des Anfangswertes. Diese Gleichrichter sind auch als Dauerlader für Pufferbetrieb geeignet. — Außer Glühkathoden-Gleichrichtern zeigten die SSW noch die kleinen Gleichrichtersäulen für Motorbatterien. Diese ladet man zweckmäßig mit den betriebssicheren Wechselstrom-Lichtmaschinen über kleine Trockengleichrichter. Auch für Fahrräderbeleuchtungen eignen sich ähnliche Gleichrichter kleiner Leistung.

Beleuchtung und Zubehör. Seitdem mit dem Bau der Autobahnen begonnen wurde, beschäftigt das Blendungsproblem den Lichttechniker mehr denn je. Verschiedene Wege wurden eingeschlagen, um hier eine alte Not des Kraftfahrers zu beseitigen, und zwar direkte, die die Lichtquelle bei einem entgegenkommenden Fahrzeug blendungsfrei machen, und indirekte, die den Entgegenkommenden selbst vor dem Licht des Scheinwerfers schützen sollen. Erfolgversprechender und auch richtiger ist der erstere Weg, der die Störquelle beseitigen will. Ist die Lösung für den mittelschnellen Verkehr schon schwierig, so wachsen die Schwierigkeiten mit der erheblich höheren Geschwindigkeit, wie sie auf den Autobahnen erreicht werden. Hier zwingt der längere Bremsweg aus hohen Geschwindigkeiten zu größerer Reichweite der Scheinwerfer und gleichzeitig zu größerer Reichweite des Abblendlichtes.

Die Robert Bosch A.-G., Stuttgart-W, entwickelte deshalb einen Weitstrahler, der als zusätzlicher Scheinwerfer zu den normalen Scheinwerfern gedacht ist und, in der Wagenachse angeordnet, ein Licht bis zu 1000 m gibt. Im Spiegelbrennpunkt ist eine 35 W-Lampe mit punktförmigem Glühfaden angeordnet. Zum Abblenden wird der Spiegel elektromagnetisch um eine schräge Achse nach unten und seitlich geneigt, so daß das Licht bis etwa 100 m vor dem Fahrzeug eine starke Beleuchtung des äußeren rechten Teils der Fahrbahn ergibt. Die Abblendfäden der Hauptscheinwerfer sind parallel geschaltet. — Bosch hat auch einen neuen Breitstrahler geschaffen, der als Zusatzgerät, als Kurven- und Nebelscheinwerfer gute Dienste leisten wird. Bei Nebelfahrt wird der Spiegel ebenfalls durch einen Elektromagneten nach unten geneigt.

Die Nova-Technik G. m. b. H., München 23, entwickelte einen neuen Notek-Hauptscheinwerfer, der statt eines parabolischen Spiegels einen elliptischen Spiegel vorsieht. Die Ellipse erfaßt einen größeren Raumwinkel der aus dem Glühfaden austretenden Lichtstrahlen, die aber ohne besondere Hilfsmittel sich in einem zweiten Brennpunkt außerhalb des Spiegels vereinigen würden, wenn nicht eine Vielzahl von Linsenflächen in Verbindung mit Zerstreuungselementen eine gleichmäßig aufgeteilte Beleuchtung der Fahrbahn erreichen würde (Abb. 4). Durch diese

Abb. 4. Scheinwerfer mit elliptischem Spiegel.

Anordnung wurde eine Fernsicht von etwa 500 m Reichweite, ein sich daran anschließendes Seitenlicht und ein sehr breites Nahlicht erreicht, die schattenlos ineinander übergehen. Das Abblendlicht ist oben scharf abgeschnitten und daher blendfrei; bei richtiger Einstellung reicht es etwa 150 m weit.

Die an den Kraftfahrzeugen angebrachten Winker werden oft von dem dahinterfahrenden Wagen nicht bemerkt. Deshalb sind in letzter Zeit hier Konstruktionen auf den Markt gekommen, die dem abhelfen sollen. Wenn das rote Licht des Winkers als Blinklicht erscheint, so wird es erhöhte Aufmerksamkeit erwecken. An dem erstmalig im vorigen Jahr von den Präzisionswerkstätten Seeger & Co., Frankfurt a. M. ausgestellten[8]) Blinkgerät, das das Stopplicht in den Blinkkreis mit einbezieht, sind einige Verbesserungen getroffen worden. — Von der Apparatebau Eugen Zipperle G. m. b. H., Asperg (Württ.), wurde ein AEZett-Winker mit thermostatischem Blinklichtschalter gezeigt. Allerdings tritt das Blinken erst etwa 3 bis 4 s nach Einschaltung ein, denn das Thermoelement muß sich erst erwärmen. Diese Erwärmung hängt außerdem von der Umgebungstemperatur ab. Bei niedriger Temperatur im Winter wird die Blinktätigkeit noch später einsetzen. Im Großstadtverkehr muß aber ein sofortiges Ansprechen des Signales gefordert werden, so daß also das Gerät hier nicht allen Ansprüchen gewachsen sein wird.

Wie im Vorjahr stellten zahlreiche Firmen *Zündkerzen* aus, die verschiedentlich noch verbessert werden konnten. An die Zündkerzen werden immer höhere Anforderungen gestellt, denn mit der steigenden Verdichtung im Zylinder erhöhten sich auch die Temperaturen und die Drehzahlen der Motoren. Einerseits darf bei der höchsten Beanspruchung die Kerze nicht so heiß werden, daß die Gase sich selbst entzünden, und anderseits darf die Kerze bei niedrigster Beanspruchung nicht so kalt bleiben, daß sich Öl und Ruß auf den Elektroden absetzen

[8]) ETZ 56 (1935) S. 506.

und die Kerze dadurch kurzschließen. Für Personen- und Lastkraftwagen ergeben sich hier dementsprechend verschiedene Bedingungen. Um so bemerkenswerter ist es, daß der Anwendungsbereich der Sinterkorund-Kerzen so erweitert werden konnte, daß für Sportfahrzeuge mit hoher Verdichtung jetzt nur noch je zwei Typen für 14 und 18 mm-Gewinde hergestellt werden.

Im Zusammenhang hiermit sei auf die von der Siemens & Halske AG. entwickelten Störschutzmittel hingewiesen. Voraussetzung für den guten Empfang durch ein Auto-Rundfunkgerät ist die Entstörung aller Störquellen eines Kraftwagens. Bei der Zündkerze geschieht dies durch Vorschalten von Hochohmwiderständen. Diese Hochohmwiderstände können direkt auf die Kerzen aufgeschraubt werden; das Zündkabel wird dann an den Widerstand angeschlossen. Ähnlich ist die Entstörung des Verteilers. Für die Entstörung der Lichtmaschine und der Zündspule zeigt S & H die hierfür erforderlichen Kondensatoren.

Werkzeuge. Das deutsche Kraftfahrzeughandwerk hatte in diesem Jahr eine Sonderschau in der Halle VI veranstaltet. Neben anderen Sonderwerkstätten wurde auch eine neuzeitlich eingerichtete Elektrowerkstatt für Kraftfahrzeuge von der Robert Bosch A.-G., Stuttgart, im Betrieb vorgeführt. U. a. wurde hier eine Kerzenprüfvorrichtung gezeigt, die nicht an den Ort gebunden ist. Als Stromquelle zur Erzeugung der Prüfspannung (rd. 20 000 V) über Zündspule und Summer dient eine Akkumulatorenbatterie (6 V). Um die Prüfung dem Betriebszustand möglichst anzupassen, ist die Zündkerze noch unter einen Druck von etwa 4 bis 8 kg/cm zu setzen. Die erforderliche Druckluft wird in dem Gerät selbst durch eine kleine Handluftpumpe erzeugt.

Zahlreich waren auch die Firmen vertreten, die elektrisch angetriebene Hand- und Tischbohrmaschinen, Schleif- und Hobelmaschinen, Kreissägen und dergl. in bewährten Ausführungen herstellen. Die Autoausstellung gab auch hier eine reichhaltige Schau deutscher Werkmannsarbeit.

Wer die Autoschau nicht besuchen konnte, wird auf der Leipziger Messe, wie auch in früheren Jahren, elektrische Werkzeuge und Zubehörteile für Fahrzeuge, Elektrowagen usw. ausgestellt finden und dadurch Gelegenheit haben, Versäumtes nachzuholen.

Neue Relais für Netzschutz.

Von Fr. Parschalk VDE, Mannheim.

621. 316. 925

Durch die Verwendung von Distanzrelais für den selektiven Kurzschlußschutz war es möglich geworden, die Hochspannungsnetze stärker zu vermaschen und so die Energieversorgung wirtschaftlicher und zuverlässiger zu gestalten. Dadurch sind aber die Kurzschlußbeanspruchungen für die Anlageteile ganz erheblich gestiegen. Die für den Kurzschluß- und Überlastschutz unvermaschter Netzteile, Maschinen und Abnehmer vorwiegend verwendeten, im Aufbau sehr einfachen primären und sekundären unabhängigen Überstromrelais können vielfach den gesteigerten Kurzschlußbeanspruchungen nicht mehr gerecht werden. Auch ihre Zeitgenauigkeit ist oft nicht mehr befriedigend; denn die für eine schnelle Störungsbeseitigung erwünschten und durch die rasch arbeitenden Distanzrelais bedingten kurzen Abschaltzeiten verlangen kleinste Zeitstufen für die hintereinanderliegenden Maximalrelais einer Stichleitung. — Aus diesen Bedürfnissen heraus entstanden verschiedene neue Brown Boveri-Relais, die nachstehend kurz beschrieben werden.

Hauptstromrelais.

Das neue Hauptstromrelais mit vom Strom unabhängiger Auslösezeit wird als hochkurzschlußfeste Bauart HB4 (Abb. 1) und als höchstkurzschlußfeste Bauart HK4 ausgeführt. Es ist eine Konstruktionsverbesserung des bekannten und seit 1915 bis in die jüngste Zeit bewährten Hauptstrom-Zeitrelais Bauart H4, mit Eigenschaften, die in bezug auf Kurzschlußfestigkeit, Einstellmöglichkeit und Zeitgenauigkeit alle neuzeitlichen Anforderungen erfüllen.

Als Zeitelement wurde der dem Relais bisheriger Bauart H4 eigene Ferrarismotor in verbesserter Form beibehalten. Diese Ausführung hat den Vorzug großen, gleichmäßigen Arbeitsvermögens und der Frequenzabhängigkeit. Die Frequenz ist die einzige Größe, die in allen hintereinanderliegenden Netzstationen gleich bleibt. Sie bietet also das beste Hilfsmittel, um in den einzelnen Stationen genau gleiche Ablaufgeschwindigkeit der Zeitwerke zu erzwingen. Der Ferrarismotor wurde deshalb synchronisiert, und durch eine neuartige Kupplung zwischen Motor und Zeitwerk ist es möglich geworden, die eingestellte Auslösezeit mit einer Streuung von nur ± 0,1 s, unabhängig von der Höhe des Kurzschlußstromes, einzuhalten. Infolge dieser hohen Zeitgenauigkeit dürfen hintereinanderliegende Leistungsschalter mit 0,5 s gestaffelt werden, vorausgesetzt, daß die Schaltereigenzeit 0,2 s nicht überschreitet.

Abb. 1. Hochkurzschlußfestes Hauptstromrelais, Bauart HB.

Der Ansprechstrom ist zwischen dem 1,2- bis 2fachen Relaisnennstrom auf weitgeteilter Skala einstellbar. Der hohe zulässige Dauerstrom und das sehr günstige Halteverhältnis sind weitere betriebstechnische Vorteile. Durch die Grenzstrom-Momentauslösung kann das Relais so ein-

gestellt werden, daß es bis zu einem einstellbaren Vielfachen seines Nennstromes die eingestellte Auslösezeit einhält, während beim Überschreiten dieses Wertes unverzögerte Auslösung erfolgt. Wird die Grenzstrom-Momentauslösung jedoch auf ∞ eingestellt, so tritt sie außer Wirkung, und die eingestellte Auslösezeit wird bei allen Überströmen eingehalten. Das Relais kann mit einer Meldeklappe versehen werden, die beim Auslösen hochspringt und mit einer Bedienungsstange zurückgestellt wird.

Die hohe thermische und dynamische Kurzschlußfestigkeit des Relais wurde durch kräftige Ausführung der Relaismechanik, Begrenzung der dynamischen Kräfte durch Dämpfungsfeder, reichlichen Kupferquerschnitt und Herabsetzung der Amperewindungszahl erreicht. Tafel 1 zeigt die wesentlichen technischen Größen des neuen Hauptstromrelais.

Tafel 1.

Technische Größen des Hauptstromrelais bei 50 Hz	Bauart HB 4	Bauart HK 4
Einstellbereich des Ansprechstromes	1,2···2 I_n	1,2···2 I_n
Streuung des Ansprechstromes	± 2%	± 2%
Rückfallstrom in Proz. des Ansprechstromes bei Einstellung 1,2 I_n	rd. 93%	rd. 84%
zulässiger Dauerstrom	1,7 I_n	2 I_n
thermisch zulässiger 1 s-Strom	125 I_n	250 I_n
dynamisch zulässiger Stoßstrom (Scheitelwert)	500 I_n	1000 I_n
Einstellbereich der Auslösezeit	0; 0,3 ... 6 s	0; 0,3 ... 6 s
Zeitstreuung	± 0,1 s	± 0,1 s
Einstellbereich bei Grenzstrom-Momentauslösung	3 ... 6 I_n und ∞	4 ... 6 I_n und ∞

Sekundäres Überstrom-Zeitrelais.

In größeren Schalt- und Freiluftanlagen werden die Relais vielfach in der Warte zusammengefaßt. An die Stelle der Hauptstromrelais treten hier die sekundären Überstrom - Zeitrelais. Die neuzeitlichen Anforderungen an solche Sekundärrelais sind grundsätzlich die gleichen, wie vorstehend für die Hauptstromrelais erwähnt. Das bisherige sekundäre Maximalstrom - Zeitrelais Bauart H2 wurde deshalb durch eine Neukonstruktion ersetzt (Abb. 2), die sehr kleinen Eigenverbrauch, weitgehende Einstellmöglichkeit und hohe Zeitgenauigkeit aufweist.

Abb. 2. Sekundäres Überstrom-Zeitrelais, Bauart S.

Das neue stromanzeigende Sekundärrelais Bauart S2 ist ein Überstromrelais mit von der Höhe des Stromes unabhängiger Auslösezeit, wobei Überstromglied und Zeitglied verknüpft sind. Das einpolige Relais ist in ein Metallgehäuse mit aufklappbarem Glasdeckel eingebaut. Die für den Betrieb wichtigen Teile, wie Einstellvorrichtungen, Auslösekontakt, Meldeklappe, Umschalt- und Prüfklemmen, sind frei sichtbar und leicht zugänglich angeordnet. Die grundsätzlichen Aufbauteile sind: Magnetsystem mit synchronisiertem Ferrarismotor und Wippe, die beim Ansprechen des Relais den Motor mit dem Zeitwerk in Eingriff bringt, und Zeitwerk mit Auslösekontakt. In der Ruhelage ist der Relaismotor derart festgehalten, daß sein Stillstandsdrehmoment auf einen Zeiger übertragen wird, der unter der Wirkung einer Gegenfeder zur Betriebsstromanzeige verwendet wird. Die Zeit wird durch die linke Trommel eingestellt, deren Skala gleichmäßig geteilt ist und je Sekunde etwa 20 mm Skalenweg aufweist, wodurch eine sehr genaue Zeiteinstellung möglich ist. Die Auslösezeit ist zwischen 0,2 und 10 s einstellbar und wird mit der hohen Genauigkeit von ± 0,05 s eingehalten.

Der Ansprechstrom ist beim Relais Bauart S2 zwischen dem ein- und zweifachen Nennstrom einstellbar, und zwar durch die rechts liegende Skalentrommel. Da die Stromspule in zwei Hälften aufgeteilt ist und die Spulenhälften mit Umschaltklemmen in Reihe oder parallel geschaltet werden können, ergibt sich für den Ansprechstrom ein Einstellbereich im Verhältnis 1 : 4. Die Grenzstrom-Momentauslösung arbeitet in gleicher Weise wie beim vorbeschriebenen Hauptstromrelais und ist unten am Einstellschild einstellbar.

Die in Abb. 2 oben sichtbare, dauernde Anzeige des Betriebsstromes mit einem Meßbereich zwischen Null und Relaisnennstrom ist eine beachtliche Neuerung, die nicht nur eine willkommene Betriebsüberwachung des Relais darstellt, sondern infolge der Meßgenauigkeit von etwa 5 %, bezogen auf Skalenendwert, die Möglichkeit der Einsparung eines Strommessers für Betriebsstromanzeige bietet. Der leistungsfähige Auslösekontakt des Relais kann als Arbeitsstrom- oder Ruhestromkontakt geschaltet werden. Es ist also auch Stromwandlerauslösung möglich. Die Meldeklappe zur Anzeige der Kontaktgabe gibt beim Auslösen eine rote Marke frei. Die Klappe wird von außen durch einen auf der rechten Seite des Gehäuses liegenden Druckknopf zurückgestellt. Die im unteren Teil des Relais liegenden und von vorne leicht zugänglichen Umschalt- und Prüfklemmen sind eine Vervollständigung, die vor allem vom Betriebsstandpunkt aus zu schätzen ist. Mit diesen Klemmen kann während des Betriebes der Relaisnennstrom umgeschaltet und das Relais mit Fremdstrom geprüft werden. — Die wesentlichen technischen Eigenschaften des neuen Sekundärrelais Bauart S2 sind in Tafel 2 zusammengefaßt.

Tafel 2.

Technische Größen des stromanzeigenden Sekundärrelais Bauart S2	bei 50 Hz
Einstellbereich des Ansprechstromes	1 ... 2 I_n
Streuung des Ansprechstromes	± 3 %
Rückfallstrom in Proz. des Ansprechstromes bei Einstellung 1 · I_n	85 ... 90 %
zulässiger Dauerstrom	2 I_n
thermisch zulässiger 1 s-Strom	100 I_n
Einstellbereich der Auslösezeit	0,2 ... 10 s
Zeitstreuung	± 0,05 s
Einstellbereich bei Grenzstrom-Momentauslösung	3 ... 6 I_n und ∞
zulässiger Einschaltstrom des Auslösekontaktes	20 A
zulässige Öffnungsleistung des Kontaktes bei Stromwandlerauslösung	100 A, 200 V
Energieverbrauch des Relais bei Nennstrom	8 VA

Überstromrelais.

In Anlagen mit sehr hoher Kurzschlußbeanspruchung können besonders für Abzweige mit kleinen Primärstromstärken Verhältnisse auftreten, die die Verwendung von Wicklungsstromwandlern mit großem Primärleiterquerschnitt oder die Verwendung von Stabstromwandlern bedingen. Die erforderliche Hochstromsicherheit solcher Wandler hat außerordentlich kleine Sekundärleistungen zur Folge. In solchen Fällen sind sekundäre Überstromrelais erwünscht, die geringsten Energieverbrauch aufweisen. Das Überstromrelais Bauart R2 erfüllt die genannte Bedingung insofern, als sein Energieverbrauch bei Nennstrom 0,34 VA beträgt; als Sonderausführung ist dieses Relais sogar mit einem Energieverbrauch von nur 0,24 VA bei Nennstrom lieferbar.

Das in Abb. 3 dargestellte Relais hat zwei Stromspulen, die in Reihe oder parallel geschaltet werden können und für Nennstrom von 0,5, 1 oder 2,5 A bemessen sind. Bei Reihenschaltung ergeben sich die vorgenannten Relaisnennströme. Bei Parallelschaltung wird jeweils der doppelte Relaisnennstrom erreicht. Der Ansprechstrom ist auf weitgeteilter Skala zwischen dem ein- bis zweifachen Relaisnennstrom einstellbar. Der Auslösekontakt ist als einpoliger Umschaltkontakt ausgebildet und noch so leistungsfähig, daß die üblichen Zeitrelais oder Hilfsschütze ohne weiteres gesteuert werden können. Das Meßwerk ist nach Art der Dreheiseninstrumente aufgebaut. Das Relais zeichnet sich durch hohe Überlastbarkeit, Arbeitsgenauigkeit und Kurzschlußfestigkeit aus.

D 3452

Abb. 3. Überstromrelais, Bauart R.

Das Hauptverwendungsgebiet für dieses Überstromrelais ist der unabhängige, sekundäre Überstromzeitschutz für Hochspannungsanlagen und unvermaschte Leitungsnetze unter den eingangs erwähnten Kurzschlußbedingungen. Je nachdem, ob zwei- oder dreipolig geschützt werden soll, werden zwei oder drei einpolige Überstromrelais verwendet, die auf ein gemeinsames Zeitrelais arbeiten, das nach seiner Ablaufzeit den Leistungsschalter des geschützten Abzweiges auslöst. Dem Relais bleiben dank seiner hohen Dauerüberlastbarkeit, seines günstigen Halteverhältnisses und seiner Arbeitsgenauigkeit eine Reihe von Sondergebieten vorbehalten, wie Stromüberwachungseinrichtungen, selbsttätige Anlaß- und Regeleinrichtungen. Die wesentlichen technischen Größen sind in Tafel 3 zusammengefaßt.

Tafel 3.

Technische Größen des Überstromrelais Bauart R2 für 50 Hz	Normale Ausführung Bauart R 2	Sonderausführung Bauart R 2i
Einstellbereich des Ansprechstromes	$1 \dots 2\, I_n$	$1 \dots 2\, I_n$
Streuung des Ansprechstromes	± 2 %	± 2 %
Rückfallstrom in Proz. des Ansprechstromes bei Einstellung $1 \cdot I_n$	93 %	93 %
zulässiger Dauerstrom	$4\, I_n$	$7{,}5\, I_n$
thermisch zulässiger 1 s-Strom	$120\, I_n$	$450\, I_n$
dynamische Festigkeit (Effektivwert)	$400\, I_n$	$400\, I_n$
zulässiger Einschaltstrom des Kontaktes	1 A	1 A
zulässiger Ausschaltstrom des Kontaktes bei 110 V	1 A	1 A
Energieverbrauch bei Nennstrom	0,34 VA	0,24 VA

Erdschlußrelais.

In Hochspannungsnetzen sind Erdschlüsse die am meisten vorkommenden Störungsfälle. Je nachdem ob der Netznullpunkt isoliert oder über Erdschluß-Löschspulen geerdet ist, unterscheidet man selektive Erdschlußabschaltung oder selektive Erdschlußanzeige. In isolierten Netzen erscheint eine Erdschlußabschaltung notwendig, weil der Lichtbogen auf die gesunden Phasen übergreifen kann und weil der aussetzende Erdschluß durch erregte Wanderwellen die Isolation des gesamten Netzes gefährdet. In kompensierten Netzen dagegen kann der Betrieb auch in Erdschlußfällen ohne Gefährdung weitergeführt werden. Es genügt hier eine selektive Erdschlußanzeige, um die erdschlußbehaftete Strecke zu einem für den Betrieb günstigen Zeitpunkt abtrennen zu können. Das Bedürfnis nach einem Erdschlußrelais erklärt sich beim isolierten Netz aus der Notwendigkeit der raschen selektiven Abschaltung, beim kompensierten Netz aus dem umständlichen Verfahren, durch geeignete Netzauftrennung die erdschlußbehaftete Strecke auffinden zu müssen.

Für die selektive Erdschlußabschaltung kann in isolierten Netzen die Wirk- oder Blindkomponente des Erdschlußstromes herangezogen werden, während in kompensierten Netzen nur die Wirkkomponente maßgebend sein kann. Beim neuen Erdschlußrelais Bauart O (Abb. 4) wird für sein selektives Arbeiten die Wirkkomponente des Erdschlußstromes herangezogen, wodurch sich das Relais sowohl für isolierte wie auch für kompensierte Netze eignet. Es besteht aus einem Doppeltriebwerk nach dem Ferrarisprinzip, einem Kontaktsystem für das Meßwerk und aus zwei eingebauten Hilfsrelais mit Kontakten für Meldung oder Abschaltung sowie aus einer Anzeigevorrichtung. Die zum Ansprechen des Relais notwendige Wirkleistung kann für beide Energierichtungen eingestellt werden.

D 3840

Abb. 4. Erdschlußrelais, Bauart O.

Überschreitet die dem Relais zugeführte Wirkleistung den an der Skala eingestellten Wert, so schaltet das Kontaktsystem das zugehörige Hilfsrelais ein, das nun seinerseits seinen Kontakt schließt. Je nach der Richtung der Wirkleistung wird das linke oder rechte Hilfsrelais gesteuert und damit entweder der eine oder der andere Kontakt geschlossen. Zugleich wird die Anzeigevorrichtung betätigt, wodurch im Gehäuseausschnitt, von außen sichtbar, je nach der Ausschlagrichtung eine rote oder grüne Scheibe erscheint. Rot bedeutet, daß der Erdschluß in Richtung der abgehenden Leitung zu suchen ist, grün dagegen, daß er in Richtung der Sammelschiene liegt. Die Anzeigevorrichtung kann von außen mit einem Druckknopf zurückgestellt werden. Wird die Abschaltung des Erdschlusses gewählt, so wirken die Relaiskontakte auf den Auslösekreis des Leistungsschalters. Wird das Relais jedoch nur zur selektiven Erdschlußanzeige verwendet, so stehen die Relaiskontakte für die Steuerung von Leucht- oder Hörmeldern zur Verfügung. Die wesentlichsten technischen Größen enthält Tafel 4.

Tafel 4.

Technische Größen des Erdschlußrelais, Bauart O	für 50 Hz
Nennspannung	110 V
Nennstrom	5 A
thermisch zulässiger 1 s - Strom	400 A
Verbrauch im Spannungskreis bei 110 V	9,5 VA
Verbrauch im Stromkreis bei 5 A	2 VA
Einstellbereich der Ansprechleistung	5 ... 100 W
Ansprechspannung in Prozent der Nennspannung	70%
Schaltstrom der Relaiskontakte bei 220 V Wechselstrom	5 A

Prozent-Differentialstromrelais.

Bei Verwendung der bisher üblichen Differentialstromrelais mit fest eingestelltem Ansprechstrom für den Schutz von Transformatoren können aus verschiedenen Ursachen Auslösungen vorkommen, ohne daß eine Störung im Schützling sie veranlaßt. Es ist beispielsweise nicht immer möglich, die Stromwandler-Nennströme so zu wählen, daß das Verhältnis des Nennstromes vom oberspannungsseitigen Stromwandler zum Nennstrom des unterspannungsseitigen Stromwandlers genau dem Übersetzungsverhältnis des Transformators entspricht. Umspanner werden heute häufig mit Anzapfungen und Stufenschaltern ausgeführt. Bei Änderung der Spannungsanzapfung müßte gleichzeitig das Stromwandler-Übersetzungsverhältnis entsprechend geändert werden, oder das Differentialrelais muß so grob eingestellt werden, daß die bekannte Gefahr der Fehlauslösung bei außen liegenden Kurzschlüssen ver-

mieden wird. Die Stromwandler selbst können im Überlast- und Kurzschlußgebiet merkliche Fehler aufweisen, was ebenfalls zum Ansprechen des Differentialrelais führen kann. Das neue Prozent-Differentialrelais Bauart T

Abb. 5. Prozent-Differentialrelais, Bauart T.

(Abb. 5) wird zur Beseitigung der erwähnten Mängel nicht mehr auf einen festen Ansprechwert eingestellt, sondern auf einen gewissen Prozentsatz des Tranformatorstromes.

Abb. 6. Schaltung des Prozent-Differentialrelais, Bauart T.

Ein Pol dieses Relais besteht aus zwei Magnetsystemen mit gekuppelten Ankern, die einander entgegenwirken. In Abb. 6 ist *A* der differentiell geschaltete Auslösemagnet und *H* der Haltemagnet, dessen Wicklung in Reihe mit den beiden Stromwandlern liegt. Eine Auslösung kann nur erfolgen, wenn der Auslösemagnet das Gegenmoment des Haltemagneten überwindet. Die Größe des Auslösestromes ändert sich daher gleichsinnig mit der Größe des Durchgangsstromes. Das Verhältnis zwischen Ansprechstrom und Durchgangsstrom wird als Ansprechverhältnis bezeichnet und ist einstellbar. Als Durchgangsstrom gilt die halbe Summe der beiden Stromwandler-Sekundärströme. Um im Leerlauf des geschützten Transformators eine Fehlauslösung wegen des Magnetisierungsstromes zu vermeiden, wird durch eine eingebaute Feder ein mechanisches Gegenmoment erzeugt. Letzteres ist an der unteren Skala des Relais einstellbar und wird als Grundeinstellung bezeichnet.

Das Prozent-Differentialstromrelais wird dreipolig in Metallgehäuse mit vorderseitigem Glasdeckel für Schalttafelaufbau oder -einbau geliefert. Zum vollständigen Relais gehört ein Hilfsrelais mit zweipoligem Auslösekontakt und Meldeklappe. Das Hilfsrelais wird auf den mittleren Pol des Differentialrelais aufgebaut und hat einen zweipoligen leistungsfähigen Kontakt. Für den Schutz eines dreiphasigen Transformators mit zwei Wicklungen ist ein dreipoliges Relais notwendig, während für einen Dreiwicklungstransformator zwei dreipolige Prozent-Differentialrelais in Frage kommen. Die wesentlichen technischen Größen sind in Tafel 5 angegeben.

Tafel 5.

Technische Größen des Prozent-Differentialrelais, Bauart T	für 50 Hz
Relaisnennstrom, wählbar für	1; 1,73; 5 oder 8,7 A
Bereich der Grundeinstellung in Proz. des Relaisnennstromes .	20 ... 45%
Einstellbereich für das Ansprechverhältnis (in Stufen von je 10%)	10 ... 50%
Energieverbrauch des Auslösemagneten bei Nennstrom . .	4 VA
Energieverbrauch des Haltemagneten bei Nennstrom . . .	1 VA

Als Relaisnennstrom wird der Nennstrom der Haltespule bezeichnet. Die Einstellmöglichkeiten für Grundeinstellung und Ansprechverhältnis sind für den praktischen Betrieb ausreichend empfindlich gewählt, da ein Transformator auf einen inneren Fehler sehr scharf anspricht. So konnte beispielsweise bei einem 10 MVA-Dreiphasentransformator ein Fehlerstrom (Differentialstrom) von 50 % des Nennstromes bei einem Windungsschluß festgestellt werden, der nur 0,2 bis 0,3 % der schadhaften Säulenwicklung umfaßte. Das Prozent-Differentialrelais wird für den Schutz von Maschinen, Umspannern und Leitungen immer dann Verwendung finden, wenn die Eigenschaften der Stromwandler das Auftreten von Differenzströmen im Überlast- oder Kurzschlußgebiet vermuten lassen, besonders aber dann, wenn die zu schützenden Transformatoren Spannungsanzapfungen haben.

Spitzenleistungen im Bau von Expansionsschaltern.

Von L. Heinemeyer, Berlin.

621. 316. 57. 064. 243

Bei Beginn der Entwicklung von Hochleistungsschaltern mit Wasser als Löschmittel hatte man zunächst das Ziel, die kleineren und mittleren Hochleistungs-Ölschalter zu ersetzen. Man begann daher bei SSW mit der konstruktiven Ausgestaltung bei den Schaltern Reihe 10 für 200 und 400 MVA Abschaltleistung. Der Schalter für 200 MVA stellte insofern eine umwälzende Neuerung dar, als er der erste W a n d s c h a l t e r für größere Leistungen überhaupt gewesen ist (vgl. Abb. 1). Die Formgebung dieses Schalters ermöglichte infolge der geradlinigen Leitungsführung eine wesentlich einfachere Ausgestaltung der Schaltanlage. Bei 400 MVA wurde der Schalter fahrbar ausgebildet, da infolge der größeren Gewichte eine Befestigung an der Wand nicht mehr zweckmäßig erschien.

Die Erfahrungen mit diesen Schaltertypen waren so günstig, daß man im Jahre 1931 daran gehen konnte, auch für die nächst höheren Spannungen 20 und 30 kV Schalter mit Wasser als Löschmittel zu entwickeln. Es zeigte sich aber, daß bei den höheren Spannungen zunächst recht erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden waren. Bei 20 kV gelang es zwar noch, mit einer Unterbrechungsstelle befriedigende Ergebnisse zu erzielen. Bei 30 kV mußten jedoch zwei Unterbrechungsstellen in Reihe geschaltet werden, wodurch die Vorzüge hinsichtlich Leitungsführung

und Vereinfachung der Schaltanlage zum Teil wieder verloren gingen. Eine grundsätzliche Wandlung ergab sich durch die Erfindung der sog. Spritzkammer im Jahre 1929[1]). Das Prinzip dieser Kammer besteht darin, daß der elastischen Dampfkammer die Schaltflüssigkeit erst kurz vor der Abschaltung zugeführt wird und daß die an sich sehr geringe Flüssigkeitsmenge durch den Lichtbogen selbst wieder aus der Kammer herausgetrieben wird, so daß vor und nach der Abschaltung die Kammer flüssigkeitsfrei ist. Durch diese Maßnahme gelang es, alle Schwierigkeiten, die bei den früheren Konstruktionen bestanden, zu beseitigen. Insbesondere trat auch infolge der geringen mit dem Lichtbogen in Berührung kommenden Flüssigkeitsmenge praktisch kein Flüssigkeitsverlust mehr auf.

In Abb. 2 ist die Typenreihe der listenmäßigen Expansionsschalter zusammengestellt. Sämtliche Schalter besitzen die elastische Dampfkammer, ebenso ist bei allen Schaltern eine Lufttrennstrecke vorgesehen, um eine vollkommen eindeutige Isolation über den geöffneten Schalter zu erzielen.

Abb. 1. Erster Hochleistungsschalter für Wandbefestigung. Reihe 10, 200 MVA Abschaltleistung.

Es zeigte sich jedoch, daß die listenmäßigen Schalter noch nicht ausreichten, um alle Bedürfnisse der Praxis zu decken. Vor zwei Jahren wurde die Aufgabe gestellt, einen Expansionsschalter zu bauen, der bei 6 kV in der Lage ist, 60 kA abzuschalten und 150 kA einzuschalten. Derartige Schalter werden in steigendem Maße als Generatorenschalter für große Kraftwerke benötigt. Die Voruntersuchungen ergaben, daß der Schalter in Säulenbauform die günstigsten Voraussetzungen besitzt, um diese Aufgabe zu lösen, da bei dieser Bauform mit geringem Stoffaufwand eine hohe Festigkeit der Kammer und ein ausreichend großer Kondensationsraum geschaffen werden können. Bei der Lösung dieser Aufgabe zeigte es sich, daß Wasser tatsächlich eine ideale Löschflüssigkeit für die Bewältigung großer Abschaltströme ist, da die Gasentwicklung je kWs nur $^1/_7$ bis $^1/_{10}$ der bei Öl entstehenden Gasmenge beträgt[2]). Damit geht die Druckbeanspruchung auf einen Bruchteil herab, anderseits ergibt sich infolge der wenn auch geringen Leitfähigkeit von Wasser der Umstand, daß die Einschaltung und die Ausschaltung vollkommen überspannungsfrei verlaufen, so daß die angeschlossenen Generatoren und Transformatoren in dieser Hinsicht überhaupt nicht beansprucht werden.

Abb. 3 zeigt den auf diesen Grundlagen entwickelten Schalter. Auf einem Grundgestell, das die Schaltwelle mit Freilaufkupplung und Antriebszylinder für Druckluftbetätigung nebst Meldeschaltern, Spannungsauslösern usw. enthält, sind unter Verwendung von kräftigen Stützern die Schaltkammern aufgebaut. Die Kammer selbst ist durch den kreisförmigen Getriebekopf abgeschlossen, der gleichzeitig auch als Kondensations- und Flüssigkeitsabscheidungsraum dient. Die Trennmesser, welche zwangläufig

Innenraum

Freiluft

Abb. 2. Typenreihe der Expansionsschalter.

mit dem Schaltstift gekuppelt sind, bewirken die Einfügung einer kriechwegfreien Lufttrennstrecke in den abgeschalteten Stromkreis. Die Stromübertragung nach dem Schaltstift erfolgt über Rollenkontakte. Diese haben gegenüber den bisher verwendeten Gleitkontakten den Vorteil viel geringerer Reibung und höherer Stromtragfähigkeit.

Abb. 3. Expansionsschalter Reihe 10, 600 A, 600 MVA.

Abb. 4 a zeigt die oszillographische Aufnahme einer Abschaltung von 56 kA bei einer wiederkehrenden Spannung von 3,7 kV je Phase, was einer verketteten Spannung von 6,4 kV entspricht. Die Versuche mußten infolge der hohen Leistung in der Zweiphasen-Trickschaltung durchgeführt werden. Man erkennt, daß die Löschung in der einen Phase bereits nach 1 Halbwelle, in der anderen Phase nach 1,6 Halbwellen eintritt. Diese Lichtbogenzeit entspricht bereits dem theoretisch möglichen Kleinstwert. Neben Strom und Spannung wurden noch die Schaltstiftbewegung und die Lichtbogenleistung gemessen. Infolge des hohen Stromes ergab sich in den Zuleitungen zum Schalter bereits ein erheblicher Spannungsabfall.

In Abb. 4 b ist ein Oszillogramm einer Einschaltung mit dem gleichen Schalter wiedergegeben. In der obersten Phase trat ein Amplitudenwert des Stoßkurzschlußstromes von 150 kA auf. Die Werte in den beiden anderen Phasen waren 115 bzw. 125 kA. Das sichere Einschalten dieser hohen Stromstärken war erst möglich, nachdem die ganze Strombahn und insbesondere auch die Kontakte selbst entsprechend vervollkommnet waren.

Da an den Stellen, an denen so hohe Schaltleistungen auftreten, meist auch große Nennstromstärken vorhanden sind, war es notwendig, diesen Schalter für Nennstromstärken bis 6000 A weiter zu entwickeln. Die Ausführung

[1]) DRP. 607 606 v. 15. 10. 1929.
[2]) Vgl. F. Kesselring. Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 493.

eines 3000 A-Maschinenschalters zeigt Abb. 5. Man erkennt daraus, daß der Hauptstrom, wenn man so sagen darf, an dem Schalter vorbeigeführt wird. Der Leistungsschalter ist unverändert geblieben. An dem Sockel der Schaltkammer ist aber noch ein Trennmesser angelenkt, welches über eine Isolierstange zwangläufig mit der Hauptschaltwelle gekuppelt ist. Beim Einschalten wird zunächst der obere Trennkontakt geschlossen, dann wird der Strom in der Leistungskammer eingeschaltet und zum Schluß das Parallelmesser eingelegt. Ausgeschaltet wird in umgekehrter Reihenfolge. Wichtig ist es, darauf hinzuweisen, daß alle bewegten Teile vollkommen zwangläufig gekuppelt sind und daß lediglich durch Federkraft ausgeschaltet wird, also vollkommen unabhängig vom Betätigungsmittel für das Einschalten. Der Aufbau der Schalter für 4000 und 6000 A, von denen eine größere Anzahl zur Zeit in der Herstellung ist, ist im Grundsatz genau gleich.

Abb. 4a. Oszillogramm eines Ausschaltvorganges.

Abb. 4b. Oszillogramm eines Einschaltvorganges.

Die Größe des Fortschrittes, der im Bau von Hochleistungsschaltern im Laufe der letzten Jahre erzielt werden konnte, veranschaulicht Abb. 6 recht deutlich. Es ist dort auf der linken Seite ein 2000 A-Ölschalter für 6 kV abgebildet, der trotz des großen Stoffaufwandes auf Grund der heutigen scharfen Prüfung nur eine Abschaltleistung von 400 MVA aufweist. Daneben ist im gleichen Maßstab der eben beschriebene Schalter abgebildet. Man erkennt, daß seine Abmessungen kaum größer sind als die eines Poles des bisherigen Ölschalters, obwohl seine Abschaltleistung noch um 50 % höher liegt.

Die Hochleistungsschalter für 30 kV haben von jeher die größten Schwierigkeiten bereitet. Es liegt dies wohl im wesentlichen daran, daß bei dieser Spannung immerhin noch recht erhebliche Abschaltströme bewältigt werden müssen (bis zu 12 000 A). Anderseits ist aber die Spannung schon so hoch, daß die durch sie bedingten Erschwernisse bereits ins Gewicht fallen. Da die Betriebsspannungen von 25 bis 35 kV für die Verteilung großer Energien sehr gebräuchlich sind, war es notwendig, einen Hochleistungsschalter zu bauen mit einer Abschaltleistung von 600 MVA. Bei 25 bis 35 kV Betriebsspannung (vgl. Abb. 7) zeigte es sich, daß bei Verwendung der Spritzkammer in dem Schalter der Säulenbauart die Ausschaltleistung verhältnismäßig leicht bewältigt werden konnte. Hingegen waren gewisse Schwierigkeiten beim Einschalten zu überwinden, und zwar vor allen Dingen deshalb, weil bei 30 kV

Abb. 5. Expansionsschalter als Maschinenschalter, Reihe 10, 3000 A, 600 MVA.

in der Kammer bereits ein Überschlag zwischen den sich schließenden Kontakten auftrat, bevor die Kontakte sich berührten. Über den Einschaltlichtbogen floß dann der ganze Stoßkurzschlußstrom. Wurde nun unmittelbar darauf abgeschaltet, so addierte sich ein Teil der Einschaltarbeit zur Ausschaltarbeit, wodurch eine zusätzliche Beanspruchung der Schaltkammer auftrat. Diese Schwierigkeit wurde grundsätzlich dadurch beseitigt, daß man Einschaltung und Ausschaltung räumlich trennte. Der Ausschaltvorgang muß ja in der Expansionskammer erfolgen. Hingegen zeigten unsere Untersuchungen im Hochleistungsprüffeld, daß die Einschaltung viel zweckmäßiger

Abb. 6. Vergleich zwischen Ölschalter für 400 MVA (1928) und Expansionsschalter 600 MVA (1935).

mit Hilfe der Trennmesser in Luft geschieht. Diese Aufbauweise ergibt nun folgende Vorteile. Der Einschaltlichtbogen kann keine zusätzliche Beanspruchung der Kammer mehr erzeugen, da er gar nicht mehr in der Kammer auftritt. Damit besteht auch nicht mehr die Möglichkeit, daß durch den Einschaltlichtbogen der Isolierstoff der Spritzkammer, welche ja bekanntlich bei der Einschaltung flüssigkeitsfrei ist, angegriffen wird. Anderseits haben die Versuche gezeigt, daß der Lichtbogen in freier Luft mit einer etwa zehnmal kleineren Lichtbogenspannung brennt. Berücksichtigt man dabei noch, daß man mit den Schaltmessern viel leichter eine hohe Einschaltgeschwindigkeit erzielen kann, so erkennt man, daß die Einschaltarbeit bei Verwendung der Lufteinschaltung verschwindend gering wird, vor allen Dingen deshalb, weil der Stoßkurzschlußstrom sich überhaupt nicht entwickeln kann, während der Lichtbogen besteht, da zwischen Überschlag an den Luftschaltstücken und metallischer Kontaktberührung nur Bruchteile einer Halbwelle verstreichen.

Abb. 7. Expansionsschalter Reihe 30, 600 A, 600 MVA.

Als weiterer Vorteil ergibt sich, daß bei Anwendung der Lufteinschaltung der Zyklus gegenüber einer einfachen Ein- bzw. Ausschaltung keinerlei Erschwerung mehr darstellt, da eine Einwirkung dieser beiden Vorgänge aufeinander nicht mehr möglich ist. Aus photographischen Aufnahmen des Schalters beim Einschalten auf Kurzschluß sieht man, daß selbst im Dunkeln nur verhältnismäßig schwache Lichterscheinungen an den Luftschaltstücken auftreten, die zu keinerlei Bedenken Anlaß geben. Daß die Bauart dieses Schalters selbst den schwersten Anforderungen genügt, konnte durch Prüfung in einem großen 30 kV-Netz unter Beweis gestellt werden.

Im Frühjahr 1935 wurde den SSW von einem ausländischen Elektrizitätswerk die Aufgabe gestellt, einen Expansionsschalter für eine Betriebsspannung von 45 kV und eine Abschaltleistung von 400 MVA zu bauen, wobei die Bedingung gestellt war, daß Wasser als Schaltflüssigkeit verwendet wird und daß die Lufttrennstrecke den Trennschalterbedingungen zu genügen hat, da in der betreffenden Schaltanlage aus Raummangel keine Möglichkeit bestand, zusätzliche Trennschalter unterzubringen. Die Aufgabe konnte unter Beibehaltung der Säulenbauart in verhältnismäßig einfacher Weise gelöst werden.

Abb. 8 zeigt den Schalter im Hochspannungsprüffeld. Die konstruktive Ausgestaltung entspricht vollkommen dem 30 kV-Schalter. Auch hier ist die Spritzkammer verwendet. Der Stromkreis selbst wird mit Hilfe der Trennmesser geschlossen. Bei den Untersuchungen im Hochleistungsprüffeld ergab sich, daß der Schalter eine Grenzspannung von mehr als 60 kV besitzt. Die Abschaltung bei 45 kV erfolgt mit einer Lichtbogendauer von 2,5 bis 3 Halbwellen. Der Flüssigkeitsverlust ist verschwindend gering. Die Schalter selbst sind bereits seit mehreren Monaten in Betrieb und haben sich bisher einwandfrei bewährt.

Abb. 8. Expansionsschalter Reihe 45, 600 A, 600 MVA.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß es mit Hilfe des Expansionsschalters tatsächlich möglich ist, auch äußerste Forderungen hinsichtlich Abschaltleistung, Ein- und Ausschaltstrom bzw. Betriebsspannung einwandfrei zu erfüllen. Wasser zusammen mit der elastischen Expansionskammer ergeben denkbar günstige Bedingungen für die Abschaltung sehr großer Kurzschlußströme, während anderseits die Spritzkammer als Abart der elastischen Kammer es ermöglicht hat, auch Spannungen von 60 kV und darüber mit Wasser zu bewältigen.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß es im Verlauf von 5 Jahren gelungen ist, eine lückenlose Typenreihe der Expansionsschalter zu entwickeln. Daneben war es notwendig, noch Schalter für sehr hohe Abschaltleistungen zu bauen. Es werden 600 MVA-Schalter für 6, 10, 30 und 45 kV beschrieben und die für diese Entwicklungsarbeiten wesentlichen Gesichtspunkte kurz erläutert.

Ein neues Bügelgerät.

Von **Ph. Woll**, Frankfurt a. M.*).

621. 364. 5 : 648. 4

Das älteste elektrische Heizgerät, welches man seit der Nutzanwendung der Elektrowärme im Haushalt kennt, ist das elektrische Bügeleisen. In seiner bisherigen Entwicklung lassen sich zwei Hauptrichtungen unterscheiden:

1. das gewöhnliche Bügeleisen mit einem Gewicht von 2,5, 3 oder 3,5 kg und einer Aufnahme von 450 W, das — verhältnismäßig einfach im Aufbau und niedrig im Preis — die Vorteile der Elektrowärme nicht voll auszunutzen vermag,
2. das Bügeleisen mit Temperaturregelung mit fester oder veränderlicher Einstellung, dessen Leistung sich bei einem Gewicht von rd. 3 kg auf höchstens 600 W beziffert. Mit diesem Bügeleisen werden bei gleicher körperlicher Anstrengung und bei geringeren Ansprüchen an Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit weit höhere Bügelleistungen erreicht.

Daß diese Entwicklungsrichtung noch nicht als abgeschlossen gelten kann, zeigen die von der damaligen Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft (Anfang 1934) der Industrie vorgelegten Forderungen für ein für landwirtschaftliche Haushaltungen bestimmtes Bügeleisen, die kurz zusammengefaßt lauten:

1. Leichtere Ausführung (2 bis 2,5 kg Gewicht), um im Sitzen, und größere Sohlenbreite, um größere Wäschestücke schneller bügeln zu können.
2. Kurze Anheizzeit.
3. Einstellbarkeit für das Bügeln verschiedener Stoffe und selbsttätige Regelung zwischen 120 und 220 °.
4. Abschaltmöglichkeit, damit Gerätestecker nicht zum Abschalten benutzt zu werden braucht.
5. Große Lebensdauer, Betriebssicherheit.

Im folgenden soll ein neues Gerät beschrieben werden, das den Forderungen der D.L.G. voll entspricht.

Eines der Mittel zur Erfüllung dieser Forderungen ist in früheren Arbeiten[1]) bereits angegeben, und zwar ist es die Erhöhung der Aufnahme gegenüber der bis dahin üblichen Aufnahme von 450W. Die Aufnahme wurde damals auf 600W gesteigert, das Gewicht aber mit 3 kg beibehalten. Bezüglich des Gewichtes muß jedoch eine neue Auffassung Platz greifen. Was heißt denn bügeln? Die Textilfaser muß mit Dampf geschmeidig gemacht und durch Überstreichen mit der glatten Bügeleisensohle geradegerichtet und eingeebnet werden. Die hierzu erforderliche mechanische Arbeit ist aber sehr gering, so daß das Gewicht bei einem ausreichenden Wärmenachschub keine wesentliche Rolle spielen kann. Bei den gewöhnlichen Eisen ist es lediglich bedingt durch die Notwendigkeit, den mangelhaften Wärmenachschub aus einem Wärmespeicher zu ergänzen. So ist also die oben gestellte Forderung nach leichtem Gewicht auch vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet vollkommen berechtigt.

Die hier kurz erörterten Gesichtspunkte bildeten das Konstruktionsziel für den neuen Prometheus-Expreß-Bügler. Die Bezeichnung „Bügler" wurde mit Rücksicht auf den Werkstoff der Bügelsohle gewählt, die nicht mehr aus Eisen, sondern aus Aluminium besteht. Das Neuartige an diesem Gerät ist, wie man erkennt, neben der Erhöhung der Aufnahme auf 1000 W der gut wärmeleitfähige Werkstoff der Sohle, in welche der Rohrheizkörper unmittelbar eingebettet ist.

Der äußere Aufbau des Gerätes geht aus Abb. 1, der innere Aufbau aus Abb. 2 hervor. Der Bügler besteht im wesentlichen aus der Sohle mit eingegossenem Heizkörper für 1000 W, aus dem Regler mit Regel- und zugleich Ausschaltgriff und, wie bei den üblichen Bauarten, aus Haube, Handgriff und Steckvorrichtung. Die größte Sohlenbreite beträgt 107 mm, das Gesamtgewicht des Büglers 1,5 kg. Der Temperaturregler kann in einem Bereich von 170 bis 290 ° C auf beliebige Ausschalttemperaturen eingestellt werden. Dazu kommt noch eine wesentliche Neuerung, die gerade den allgemeinen und insbesondere den oben angeführten Wünschen gerecht wird, indem die Möglichkeit gegeben ist, mit dem Reglergriff das Gerät abschalten zu können. Die Gefahr, die bei etwaigem Versagen des Reglers für die Bügelsohle bestünde, ist durch eine zweckmäßig angeordnete besondere Sicherungsvorrichtung beseitigt. Beim Überschreiten einer bestimmten Temperatur schmilzt ein Riegelstück und unterbricht die Stromzufuhr.

Abb. 1. Ansicht des Expreß-Büglers 1000 W.

Abb. 2. Expreß-Bügler im Schnitt.

a gewöhnliches Bügeleisen 450 W
b Bügeleisen mit Birka-regler 600 W
c Expreß-Bügler mit Temperaturregelung 1000 W

Abb. 3. Anheizzeiten verschiedener Prometheus-Bügelgeräte.

Die hervorstechenden Eigenschaften des Büglers sollen nun kurz erläutert werden. Nach Abb. 3 wird eine Sohlentemperatur von 300 ° C bereits nach 3 min erreicht, was an sich bei der hohen Leistungsaufnahme nicht überrascht. Die Verhältnisse liegen aber noch günstiger, da bereits nach 1 min bei einer Temperatur von 140 ° C mit Bügeln begonnen werden kann. Das ist beim gewöhnlichen Bügeleisen, dessen Eigenart durch den ungestörten Auflade-

*) Mitteilung aus dem Elektrowärmelaboratorium der Firma Voigt & Haeffner AG.

[1]) E. R. Ritter, Elektr.-Wirtsch. 26 (1927) S. 63. H. Jung, Elektr.-Wirtsch. 26 (1927) S. 67.

vorgang während des Anheizens bestimmt ist, ausgeschlossen. Bekanntlich muß diese Aufladung in „Erholungspausen" immer wiederholt werden. Demgegenüber wird beim Expreßbügler eine hinreichend große Wärmemenge zugeführt, um die Sohlentemperatur in jedem Falle nicht unter 130 ° sinken zu lassen. Über die in dem vorgesehenen Regelbereich einstellbare Höchsttemperatur an der Sohle gibt Abb. 4 Auskunft. Darin ist eine weitere wichtige Kurve eingezeichnet, die die Abhängigkeit des stündlichen Leerlaufverbrauchs von der Reglerstellung zeigt. Obwohl der Bügler die doppelte Leistungsaufnahme üblicher Bügeleisenbauarten hat, beträgt doch der stündliche Leerlaufverbrauch weniger als ein Fünftel des der vollen Aufnahme entsprechenden Verbrauchs.

Abb. 4. Abhängigkeit der Ausschalttemperatur und des stündlichen Leerlaufverbrauches des Expreß-Büglers vom Schaltwinkel des Reglergriffes.

aussetzungen gegenüber dem gewöhnlichen 450 W-Bügeleisen um 50 %, gegenüber dem 600 W-Birkareglereisen um 20 % kürzer. Der Wirkungsgrad des Expreßbüglers liegt mit dem Birkaeisen auf gleicher Höhe. In der Bügelkurve selbst ist das Ausschalten des Reglers an der oberen, das Einschalten an der unteren Spitze zu erkennen. Aus dem Kurvenverlauf läßt sich schließen, daß der „Temperatur"-Regler bei gegebener Aufnahme und gegebenem Wärmeentzug keinen Einfluß auf die sich je nach der Größe des Wärmeentzuges einstellende Temperatur an der Sohle bei Beginn des Bügelns ausüben kann. Er verhütet eben nur, daß mit dem Austrocknen des Gewebes die Temperatur über die Senggrenze steigt. Es kommt also nur darauf an, daß der Regler vor Überschreitung der Senggrenze abschaltet. Die dadurch bedingte Dosierung der Energiezufuhr vermag die Wirtschaftlichkeit in einem Maße zu steigern, wie sie auch in Zahlentafel 1 zum Ausdruck kommt. Unter Voraussetzungen, die zwar keine allgemeine Geltung haben, aber ein gutes Bild der Verhältnisse geben, sind darin die Anheiz- und Bügelkosten der drei im Vergleich stehenden Bügelgeräte wiedergegeben.

Auf eine wichtige Eigenschaft des Büglers, nämlich das geringe Gewicht, muß noch ganz besonders hingewiesen werden. Man verließ hiermit bewußt und, wie oben dargelegt wurde, auch mit Recht den bisherigen Grundsatz, daß das Bügeleisen zum erfolgreichen Bügeln „Gewicht" haben müsse. Wie günstig sich die Herabsetzung des Gewichtes auf den zur Fortbewegung des Gerätes über der Bügelfläche erforderlichen Kraftaufwand auswirkt, zeigen einige Versuche, die mit den drei verschiedenen Bügelgeräten angestellt wurden. Jeder Bügler wurde durch eine mechanische Vorrichtung über ein nasses Handtuch, dessen Feuchtigkeitsgehalt ungefähr gleich einem Drittel des Trockengewichtes war, hinweggezogen und hierbei die Zugkraft gemessen. Zahlentafel 2 enthält das Ergebnis. Diese Zahlen weisen deutlich auf die leichtere Bügelarbeit hin, mit der man bei Gebrauch eines solchen Gerätes während einer längeren Arbeitsdauer rechnen kann. Dabei ist selbstverständlich die angegebene Zugkraft als oberste Grenze zu werten, die im Durchschnitt stets wesentlich unterschritten wird. Für die Hausfrau wird diese Tatsache neben den bereits geschilderten Vorzügen von ausschlaggebender Bedeutung sein, da sie nun auch im Sitzen bügeln kann, ohne in dem hohen Maße der durch die Bügelarbeit verursachten Ermüdung ausgesetzt zu sein, wie sie es bisher gewohnt war.

Zahlentafel 1.

Geräteart	Mittl. Aufnahme W	Anheizzeit			Bügelzeit									Anheiz- und Bügelkosten*) Rpf
		Dauer min	Heizmittelverbrauch Wh	verbrauchte Wärmemenge kcal	Dauer min	Heizmittelverbrauch Wh	verbrauchte Wärmemenge kcal	Gewicht des Bügelgutes nach Einspritz.	vor Bügeln	nach Bügeln	verdampfte Wassermenge g	Wärmeverbrauch für Verdampfung kcal/g	Wirkungsgrad %	
Gewöhnliches Bügeleisen	450	19,1	143	123	51,6	386	332	1380	1370	990	380	0,87	71,0	48,2
Bügeleisen mit Birkaregler	600	9,5	93	80	30,9	301	259	1380	1370	1010	360	0,72	85,8	29,7
Expreßbügler mit Temperaturregler	1000	3	50	43	24,5	300	258	1210	1194	834	360	0,72	86,2	23,8

*) bei einem Strompreis von 10 Rpf/kWh und 50 Rpf/h Arbeitslohn.

Mit dieser Tatsache dürfte allein schon die hohe Wirtschaftlichkeit des Büglers treffend gekennzeichnet sein. Nicht minder aufschlußreich als das bisher Gesagte ist das Ergebnis eines praktischen Bügelversuchs, Abb. 5.

Bügelgut: 6 grobe Handtücher 110 · 48 cm
Gesamtgewicht: nach Einspritzen 1210 g
„ vor Bügeln 1194 g
„ nach Bügeln 834 g
verdampfte Wassermenge 360 g

Abb. 5. Bügelkurve des Expreß-Büglers.

Der Versuch wurde im Anschluß an die in der oben genannten Arbeit von H. Jung wiedergegebenen Bügelkurven durchgeführt. Die näheren Angaben finden sich in Zahlentafel 1. Die Bügelzeiten sind unter gleichen Vor-

Zahlentafel 2.

Geräteart		Zugkraft in Bügelrichtung, mittl. Sohlentemperatur 20° C	200° C
Gewöhnliches Bügeleisen 450 W	kg	2,0	1,2
Bügeleisen 600 W mit Birkaregler	„	2,0	0,9
Expreß-Bügler 1000 W mit Temperaturregler	„	0,9	0,5

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Elektromotorische Antriebe.

Für Holzbearbeitungsmaschinen werden häufig Motoren mit hohen Drehzahlen über 3000 U/min benötigt. Es war daher zu überlegen, ob sich nicht eine wirklich einfache Lösung durch Zurückgreifen auf den Kommutatormotor mit Nebenschlußverhalten finden ließe; dabei war noch zu berücksichtigen, daß in den meisten Fällen eine Drehzahl von 4500 bis 5000 U/min geeignet erscheint. Die AEG hat daher einen **Drehstrom-Kommutatormotor** für 4600 U/min entwickelt, der 3 PS leistet und dessen Drehzahl bei Entlastung nur wenig (rd. 6,5 %) ansteigt. Die Schaltung ist die übliche des ständergespeisten Motors. Da keine Regelung der Drehzahl nötig ist, wurde die Ständerhilfswicklung fest mit den Kommutatorbürsten verbunden. Das Bürstenjoch ist festgelegt; soll die Drehrichtung geändert werden, so genügt es, wie beim normalen Drehstrom-Asynchronmotor zwei Zuleitungen zu vertauschen. Trotzdem der Motor infolge der neutralen Bürstenstellung nicht kompensiert ist, beträgt sein Leistungsfaktor bei Vollast etwa 0,95. Der Ständer besitzt nur sechs Klemmen für Stern- oder Dreieckschaltung und ergibt je nach Phasenfolge Rechts- oder Linkslauf. Falsche Anschlüsse, die den Motor schädigen könnten, sind ausgeschlossen. Das Anlassen ist gleichfalls so einfach wie beim Käfigläufer — der Motor wird unmittelbar ans Netz geschaltet. Falls auf eine niedrigere Drehzahl Wert gelegt wird, kann der Motor auch als zweipoliger Asynchronmotor mit 2700 U/min bei Vollast umgeschaltet werden.

Trotz der großen Verwendbarkeit der Universal-Handbohrmaschinen bleiben dennoch verschiedene Arbeiten den **Drehstrom-Handbohrmaschinen** vorbehalten. Dies gilt z. B. für das Aufreiben von Nietlöchern, das ein größeres Drehmoment als das Bohren erfordert. Abb. 1 zeigt eine 23 mm-Drehstrom-Handbohrmaschine der AEG mit einer 18 mm-Nietloch-Reibahle. Die Leistungsabgaben sind mit 500 bzw. 850 W reichlich bemessen. Ein kräftiger Schalter nebst Umschalter sind im Handgriff untergebracht, und zwar läßt sich nur im abgeschalteten Zustande umschalten. Auch kleinere Muster für 10 und 15 mm stehen zur Verfügung, von denen eine leichte 10 mm-Maschine mit Pistolenhandgriff und eine kräftigere für 10 mm mit seitlichen Handgriffen nebst einem Griff am hinteren Lagerschild ausgestattet sind. Bei der 15 mm-Maschine wird der Bohrdruck durch ein Brustschild aufgenommen. Für diese Typen stehen geeignete Tischständer zur Verfügung, während für die schweren Typen passende Bohrwinkel geliefert werden.

Abb. 1. Drehstrom-Handbohrmaschine (23 mm) mit 18 mm-Nietloch-Reibahle.

Die Hessenwerke, Darmstadt, haben **schwingungsisolierte Wandlüfter** geschaffen (Abb. 2), bei denen eine hochelastische Dämpfungsvorrichtung unmittelbar zwischen Wandring und Motorkonsole eingebaut ist. Der so geschaffene Lüftersatz mit eingebauten Schwingungsdämpfern bildet somit ein geschlossenes Ganzes. Der Lüfter ist, nachdem er mit seinem Wandring normal wie jeder gewöhnliche Schraubenlüfter in der Einbauwand befestigt ist, vollkommen elastisch, unter Vermeidung jeder starren oder elastischen Verbindung mit der Einbauwand gegen Schwingungs- und Geräuschübertragung isoliert. Größte Betriebssicherheit ist selbstverständlich gewährleistet. — Ähnliche Gesichtspunkte haben die Hessenwerke auch beim Bau bzw. der Aufstellung von Exhaustoren beachtet. Sie zeigen ferner in Leipzig einen neuen, langsam kreisenden **Deckenfächer** mit allseitig streuender Wellenbewegung (Abb. 3). Der vom Fächer erzeugte Luftstrahl hebt und senkt sich regelmäßig und bestreicht somit einen wesentlich größeren Bereich als die bislang üblichen Fächer mit reiner Drehbewegung.

Abb. 2. Wandlüfter mit eingebauter Schwingungsdämpfung.

Abb. 3. Langsam kreisender Deckenfächer mit Wellenbewegung.

Will man die Luft in Wohnräumen auf einem dem Menschen zuträglichen Feuchtegrad halten, so muß ihr Wasserdampf in gleichmäßiger Verteilung ohne Aufwen-

Abb. 4. Feuchtluft-Ventilator.

dung von Wärme zugesetzt werden. Die A E G, Berlin, hat nach eingehenden Versuchen einen geeigneten **Feuchtluftventilator** entwickelt. Er besteht aus einem Wasserbehälter, einem Gestelleinsatz mit Saugtafeln, die unten in den Wasserbehälter eintauchen, und einem Schutzkasten mit Ventilator (Abb. 4). Die vom Luftstrom verdunstete Wassermenge beträgt bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % und einer Temperatur von 20 ° C etwa 200 g/h. In gewissen Grenzen paßt sich die Verdunstungsmenge dem Feuchtigkeitsbedarf der Luft an, da bei trockener Luft und hoher Temperatur auch die verdunstete Wassermenge zunimmt. Durch Beifügen aromatischer Stoffe zum Wasser kann man die Luft weiter verbessern.

Ozon, eine luftreinigende, bakterientötende Sauerstoffart, entsteht in freier Natur bei jedem Gewitter. Ozon mit gleichen Wirkungen wird durch das **Hochfrequenz-Ozongerät „Viozon“** der Physikalischen Werkstätten AG., Göttingen, erzeugt. Das Gerät besteht aus einem Hochfrequenzteil, der durch dunkle Entladungen einen Teil des Luftsauerstoffes in Ozon verwandelt, und aus einem Lüfter, der das Ozon mit der Raumluft mischt. Das ganze Gerät ist kaum größer als ein gewöhnlicher Lüfter, kann bequem transportiert und an jede Steckdose der Lichtleitung angeschlossen werden. Viozon ist ein für alle Zweige der Lebensmittelindustrie geeignetes Frischhaltegerät; seine luftreinigende Eigenschaft macht es für Aufenthalts- und Verkaufsräume wertvoll.

Der besonders für Betriebe mit großen Ablagerungen leichten, flockigen Staubes (Spinnereien, Webereien u. dgl.) bestimmte **Textilindustrie-Staubsauger** der A E G arbeitet folgendermaßen: Die waagerecht in das Gerät eintretende staubhaltige Luft trifft zunächst auf eine Prallfläche, die den Luftstrom senkrecht nach unten ablenkt. Dort werden die schweren Staubteile, die zu Boden sinken, in einem herausziehbaren Staubkasten gesammelt. Die Luftrichtung wird jetzt geändert; die Luft strömt nach oben, wobei sie gleichzeitig ein grobmaschiges Sieb passiert.

Abb. 5. Textilindustrie-Saubsauger.

Die mittelschweren Staubteile werden hier festgehalten und sammeln sich in dem Staubkasten an. Jetzt durchfließt die schon weitgehend gereinigte Luft ein Tuchfilter mit sehr großer Oberfläche, das die feinsten Staubteilchen zurückhält. Entsprechend der Eigenart der Textilbetriebe mit ihren sehr beengten Raumverhältnissen ist das Gerät lang und schmal gehalten (Abb. 5); da die Breite nur 52 cm beträgt, ist die Möglichkeit gegeben, durch die engen Gänge zwischen den Webestühlen bzw. Spinnmaschinen bequem hindurchzufahren.

Die Siemens-Schuckertwerke bringen zur Leipziger Frühjahrsmesse einen neuen **Haartrockner** heraus (Abb. 6). Dieser Haartrockner ist ganz aus Isolierstoff hergestellt und besonders bequem in der Handhabung. Seine Blasrichtung liegt in einer Linie mit der Achse des Handgriffs, und damit wird eine natürliche, ungezwungene Handhabung erreicht. Das Gerät ist leicht,

Abb. 6. Isolierstoff-Haartrockner.

zudem liegt der Motor im Griff selbst und ruht somit unmittelbar in der Hand. Gleichzeitig ergibt sich eine neuartige elegante Linienführung, so daß der neue Haartrockner sich auf jedem Toilettentisch sehen lassen darf.

Abschließend sei an dieser Stelle noch der Aktenaufzug- und Rohrpostanlagen gedacht, die ebenfalls in Leipzig gezeigt werden. Die **Aktenseilpost-Anlagen** mit selbsttätiger Steuerung der Kabinen, wie sie die Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie A G., Berlin herstellen, sind mit raumbeweglich befestigten Förderbehältern ausgerüstet und lassen daher sowohl senkrechten als auch waagerechten Transport des Fördergutes zu, wodurch man hinsichtlich der Wahl der Stationsstandorte vollkommen unabhängig bleibt. DeTeWe-Aktenseilpost-Anlagen gestatten ebenso den Pendelverkehr zwischen zwei Stationen wie auch den vollselbsttätigen, wahlweisen Untereinanderverkehr beliebig vieler Stationen in mehrfach wechselnder Waagerecht- und Senkrechtrichtung mit Förderbehältern jeder erwünschten Abmessung. Die Normalabmessungen der Förderbehälter sind 400 · 300 · 100 mm.

Das neue **Weichenrohrpost-System** von E. Zwietusch & Co., Berlin, das den unmittelbaren Verkehr von praktisch unbegrenzt vielen Stationen untereinander ermöglicht, überrascht durch die Höhe der Verkehrsleistung. Die Zielstation wird auf der Rohrpostbüchse durch Drehen zweier oder mehrerer Ringe in eine die Empfangsstelle kennzeichnende Lage eingestellt. Nach Einführung der Büchse in den Sender wird an einer selbsttätig arbeitenden Zentralstelle das auf der Büchse festgelegte Ziel abgegriffen, die Weichenstellung am gewünschten Empfänger bewirkt und die Patrone dort ausgeschleust. Zur Beförderung größerer Akten verwendet man eine nach dem gleichen System arbeitende **Ovalrohrpost** mit Büchsen von 230 bzw. 320 mm Ladelänge und einem Ladequerschnitt von 120 · 60 mm.

Zwietusch-Rohrpostanlagen nach der beschriebenen Konstruktion haben sich im In- und Auslande bewährt. In Deutschland, Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Italien und Rußland befinden sich derartige Anlagen in industriellen Verwaltungsbetrieben, bei Behörden, in Banken und Druckereien, teils im Betrieb, teils im Bau. — Auf dem Messestand der Firma wird auch eine **Kleinrohrpost** mit drei Stationen vorgeführt. Die Hauptstelle kann mit den beiden anderen Stationen wechselseitig verkehren. Derartige Anlagen zeichnen sich durch einfachste Bedienung aus und sind vor allen Dingen durch Verwendung eines gewöhnlichen Staubsaugers als Gebläse billig in der Anschaffung und im Betrieb.

Elektrowärmetechnik.

Durch die Entwicklung der elektrischen Widerstandsöfen mit entsprechenden feinfühligen Temperaturreglern ist es heute ohne Schwierigkeiten möglich, alle in Härtereien verarbeiteten Kohlenstoff-, legierte oder Schnellstähle genau mit den vom Stahllieferer vorgeschriebenen Temperaturen zu behandeln. Abb. 1 zeigt eine von der

Abb. 1. Elektrische Härterei mit Kammerglühofen 950°, 15 kW, Ölanlaßbad 250°, 10 kW, Salzbadofen 1350°, 35 kVA.

A E G eingerichtete Härterei mit drei elektrischen Öfen. Links in der Ecke steht ein kleiner **Kammerglühofen** mit Chromnickel-Heizwiderständen im Boden und an der Decke. Die Bodenheizwiderstände sind durch eine hochhitzebeständige Abdeckplatte gegen Berührung und Eintritt von Zunder geschützt. Ein dazu passendes elektrisches **Ölanlaßbad** mit einer Eisenblechwanne und außenliegenden Rahmen-Heizwiderständen steht neben dem Glühofen. Die in Abb. 1 noch sichtbare Elektroden-**Salzbad-Härteanlage** ist vornehmlich zum schnellen Erwärmen von Schnellstahl unter vollkommenem Luftabschluß bis 1350 ° C vorgesehen. Zur Aufnahme der Salzschmelze dient ein aus Schamotte-Formsteinen gebildeter Raum in der Form eines regelmäßigen sechseckigen Prismas. Drei Hauptelektroden sind an drei nicht zusammenstoßenden Badseitenwänden eingebaut. Da die Härtesalze im kalten Zustande den Strom nicht leiten, wird ein Teil des Salzes zunächst mit der klappbaren Zündelektroden-Vorrichtung (DRP.) aufgeschmolzen. Zum Ofen gehört ein Regelumspanner, weil die Salzschmelze nur einen geringen Widerstand hat. Unter Benutzung besonderer Salze kann man in dem Elektroden-Salzbadhärteofen jede Oberflächenent- oder -aufkohlung der Schnellstahlwerkstücke bestimmt vermeiden.

Für die elektrische Raumheizung zeigt die Firma Preusse, Cramme, Dr.-Ing. Dietzmann & Co., Berlin, elektrische **Warmwasser-Radiatoren** mit selbsttätig arbeitendem Temperaturregler. Die Heizung hat sich als Zusatz- und Übergangsheizung in Wohnungen, ferner in Badezimmern, Wintergärten, Lagerräumen u. dgl. bewährt. Die Radiatoren, die für Leistungen bis 2000 W geliefert werden, sind aus Stahlblech hergestellt und (einseitig) mit Gummirollen sowie oben mit Wasserstandsanzeiger ausgerüstet. Der Raumtemperaturregler wird entfernt vom Radiator angebracht, arbeitet selbsttätig und kann über eine Zeitschaltuhr die Heizung auch zu bestimmten Zeiten einschalten.

Die Firma Brunnquell & Co., Sondershausen, hat einen neuen **Zigarettenanzünder** für Wechselstrom ausgestellt. In dem Preßstoffgehäuse des Gerätes ist ein Kleintransformator eingekapselt, der das in eine Zwergfassung eingesetzte Zündelement mit Zünddraht speist; vorn am Gehäuse sitzt der Schaltknopf. Der Stromverbrauch beträgt nur 3 W. — Die gleiche Firma zeigt auch einen neuen **Radium-Elektro-Inhalator,** ebenfalls mit Kleintransformator in Isolier-Preßstoffgehäuse. In eine Fassung am Gehäuse wird das Vernebelungsgefäß eingesetzt. Der Transformator setzt die Netzspannung (220 V) auf etwa 3 V herab; diese Spannung wirkt auf einen Glühfaden, der in die Inhalationsflüssigkeit hineinragt. Leistungsbedarf des Gerätes: 6 W. Der Inhalator ist steril zuverlässig und bietet auf dem Gebiete der Radium-Inhalationstherapie Möglichkeiten, die an Wirksamkeit den in den Krankenhäusern verfügbaren Großgeräten gleichen, übertrifft diese aber durch sofortige Gebrauchsfertigkeit und einfache Bedienung. Die Radiumdosierung kann in jeder gewünschten Stärke von 3000 Millistat bis 30 000 Millistat geliefert werden. An den Inhalator kann außerdem für Zwecke der Diagnostik ein Beleuchtungsgerät in gerader und gebogener Ausführung für Untersuchungen des Rachens, der Nase, als Vaginoskop usw. angeschlossen werden.

In Handwerk und Gewerbe wird der feuersichere elektrische Leimkocher besonders gern benutzt. Der neue **Leimkocher** der A E G (Abb. 2) mit äußerem Wasserbehälter und innerem Leimbehälter wird durch eine austauschbare Rillengußplatte geheizt, die absolut unempfindlich gegen Überlastungen und Trockengehen ist und daher praktisch eine unbegrenzte Lebensdauer aufweist. Für die Regelung der Heizleistung ist im unteren Teil des Gußtopfes ein Serienschalter sowie für den Anschluß ein Gerätestecker eingebaut. Der Leimkocher wird für 1,5 l, 600 W sowie 3 l, 1000 W hergestellt. Mit dem Serienschalter läßt sich auf Anheizen bzw. Warmhalten schalten; die Nennaufnahme ist so bemessen, daß der voll abgekühlte Leim nach etwa 20 min gebrauchsfertig ist. Ohne Innenbehälter können die Gefäße zum Einschmelzen von Wachs, Vergußmasse oder dgl. gebraucht werden.

Abb. 2. Elektrischer Leimkocher.

Die von den Siemens-Schuckertwerken vor einiger Zeit entwickelte **Drakodyn-Kochplatte** hat die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt und ihre Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit in der Praxis bewiesen. Neuerdings hat sie eine weitere wesentliche Verbesserung erfahren,

Abb. 3. Die Drakodyn-Kochplatte, aufgeschnitten.

indem die untere Abschlußplatte aus rostsicherem Werkstoff — Ferran — völlig dicht in den Plattenrand eingepaßt wird, so daß keine Feuchtigkeit in das Platteninnere eindringen kann, selbst wenn versehentlich einmal ungewöhnlich reichliche Mengen Flüssigkeit überkochen sollten (Abb. 3).

Die Siemens-Schuckertwerke zeigen weiter den neuen Stilherd (Abb. 4), der in seinen klaren Linien der neuzeitlichen Kücheneinrichtung angepaßt ist. Das feueremaillierte Gehäuse ist in reinem Weiß gehalten, der

Rahmen des Bratrohres schwarz abgesetzt. Das Bratrohr ist geräumig (Breite 33 cm) und ebenfalls feueremailliert. Die Herdplatte läßt sich aufklappen. Die Drakodyn-Kochplatten sind in einer ebenfalls feueremaillierten Mulde angeordnet, so daß das Oberteil leicht zu reinigen ist.

Abb. 4. Elektrischer „Stilherd".

Einige Hoch- und Niederspannungsgeräte.

Die Devag, Dué & Co., Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M., zeigt wie im Vorjahr Schalter mit Kugelkontakten, z. B. als Leistungstrennschalter und Mastschalter. Für Schaltstationen mit beengtem Raum wird ein **ölarmer Leistungsschalter** für Schaltleistungen bis 50 MVA und Spannungen bis 30 kV gebaut (Abb. 1). Der Schalter hat Strömungslöschkammern; durch den Zylinderglasmantel kann der Ölstand einwandfrei beobachtet werden. — Der Wechselrichter der Firma ist u. a. zu einem **Gleichstrom - Schutzwandler** durchgebildet worden (Abb. 2), der aus dem Gleichstromnetz eine gefahrfreie Spannung von 20 bis 40 V liefert. Der Wechselrichter arbeitet mit schwingendem Pendel. Für rauhe Betriebe wird der Schutzwandler gußgekapselt geliefert.

Abb. 1. Ölarmer Leistungsschalter.

Abb. 2. Gleichstrom-Schutzwandler, 24 V Wechselstrom.

Bei den Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformern von Dr. Max Levy, Berlin, die besonders für Kino-Projektoren, Lade- und Betriebszwecke ausgedehnte Anwendung finden, mußte bisher manchmal (um die richtige Polarität zu wahren) der Anlaßvorgang wiederholt oder ein Umschalter betätigt werden. Auf der Messe wird eine **selbsttätige Anlaßvorrichtung** gezeigt, mit der der Umformer stets zwangläufig die richtige Polarität annimmt, wobei sogar der bisherige Anlasser gespart wird.

Die Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG., Berlin, stellt einige neue Sonderausführungen der Argonal-Gleichrichter aus, so einen **Gleichrichter für Elektro-Tankstellen.** Dieser Gleichrichter (Abb. 3) ist mit Regelung durch Tauchdrosselspulen ausgeführt, so daß jede gewünschte Anfangsladestromstärke innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen verlustlos eingestellt werden kann. Außerdem ermöglicht aber diese Ausführung die übliche vollselbsttätige Ladung, indem die Tauchdrosselspulen nach Einstellung der gewünschten Anfangsladestromstärke nicht mehr betätigt werden. Der Gleichrichter kann daher auch mit selbsttätiger Abschaltung nach beendeter Ladung durch den bekannten Ladeschalter, System Pöhler, in Verbindung mit einem Drehstromschütz ausgerüstet werden, so daß trotz seiner Eignung für die Ladung der verschiedensten Batterietypen vollselbsttätiger Betrieb ohne irgendwelche Bedienung oder Überwachung möglich ist. Der Gleichrichter ist ferner durch einen einzigen Umschalter für die Ladung der beiden vorkommenden Batteriezellenzahlen, 20 und 40 Zellen, einstellbar und mit einem Zähler versehen, um nach dessen Angaben den Preis der jeweils vorgenommenen Ladung festsetzen zu können.

Abb. 3. Gleichrichter für Elektro-Tankstellen.

Eine weitere Sonderausführung ist für Kraftstellwerksbetriebe (Reichsbahn) bestimmt, zur Ladung und Pufferung der Stellstrom- und Überwachungsbatterien. Schließlich wird in einigen Stücken der neuentwickelte **DeTeWe-Glühkathoden-Gleichrichter** vorgeführt, der für die Ladung von 1- bis 12zelligen Kleinbatterien mit einer in den Grenzen von 1 bis 6 A veränderlichen Ladestromstärke geeignet ist. Die Ladestromstärke wird verlustlos geregelt, und der Gleichrichter gibt auch noch bei der höchsten Zellenzahl die volle Ladestromstärke ab.

Mit einem **Mehrkreisladegerät**, das besonders für den Installateur geeignet ist, ist Heliogen, Elektrotechn. Fabrik Herm. Pawlik G. m. b. H., Bad Blankenburg, vertreten. Es handelt sich um einen Trockenlader mit zwei Ladekreisen, die getrennt und zusammen eingeschaltet werden können. Die Geräte sind mit Stromzeiger, Zellenschalter und Stromregler ausgerüstet, laden vollselbsttätig und sind rückstromsicher.

Ebenfalls mit Trockengleichrichtern (Selenzellen) sind die **Ladegeräte** von Brunnquell & Co., Sondershausen, ausgestattet, die in verschiedenen Ausführungen gezeigt werden.

Die Firma Wilhelm Zeh, Freiburg i. B., deren Einbaugleichrichter für Volksempfänger im vorigen Heft, S. 249, erwähnt wurde, hat für normale Gleichstrom-Rundfunkempfänger bis zum größten Superhet einen **Kupferoxyd-Vollweg-Vorschaltgleichrichter** Nr. 256 geschaffen, der mit einer reichlich bemessenen Filterkette versehen ist und einen unverzerrten Empfang gewährleistet. Für Verstärker oder für Rundfunkgeräte mit mehreren dynamischen Lautsprechern ist die Type Nr. 255 bestimmt, die für maximal 0,5 A bemessen ist und ebenfalls eine genügend große Filterkette besitzt. Die Oberwelligkeit liegt bei beiden Gleichrichtern unter 2 %. — Zur Ladung von Motorrad- und Autobatterien dienen **tragbare Kupferoxyd-Vollweggleichrichter**, die mit Anschlußschnur und Stecker, mit Strommesser, Widerstand, Sicherungen, Um- und Ausschalter geliefert werden. Da die Gleichrichter ortsveränderlich sind, braucht die Auto- oder Motorradbatterie nicht herausgenommen, sondern kann an Ort und Stelle geladen werden. Verschiedene Baumuster liegen vor, deren Stromstärken (2,8 bis 12 A) durch Umschalten auf sekundäre Transformatoranzapfungen nahezu verlustlos geregelt werden können. Der Wirkungsgrad bei den niederen Spannungen von 6 bis 24 V ist so günstig, daß keine andere Gleichrichterart auch nur im entferntesten denselben guten Wirkungsgrad erreicht.

Leitungs- und Installationstechnik.

Die von der Firma J. Wilhelm Hofmann, Radebeul 2, entwickelten Klemmen für Aluminiumleitungen werden in verbesserten und vermehrten Ausführungen gezeigt. Neu ist z. B. die sogenannte **Endbundklemme** (Abb. 1), die zum Abspannen der Leitungen an Stützenisolatoren in Form von Schlußbunden dient. Die Seilrillen in den beiden Klemmbacken der Endbundklemme sind winkelig derart angeordnet, daß die zugbelasteten Seilenden ohne Knickung aus der Klemme austreten. Hierdurch wird das Seil geschont und die Klemmung fester. Mit Hilfe der Endbundklemmen kann man die Leitungen bequem nachregeln. Für die Abzweigung der Kupfer- von Aluminiumleitungen werden Sonderklemmen verwendet, die so eingebaut werden, daß der Aluminiumteil über dem Kupferteil liegt, damit das kupferhaltige Regenwasser die Aluminiumteile nicht angreifen kann. Es ist jedoch möglich, daß das kupferhaltige Regenwasser auf eine darunterliegende Aluminiumleitung trifft und dort Korrosion hervorruft. Um auch diese Möglichkeit auszuschalten, wurden die sog. **Tropfschutzbleche** entwickelt, die auf die Aluminiumleitung an der gefährdeten Stelle aufgesetzt werden und eine Zerstörung derselben verhindern. Mit der fortschreitenden Erkenntnis über Gewitterstörungen und deren Einfluß auf den Leitungsbetrieb gewinnt die Frage der Masterdung immer mehr an Bedeutung. Die neuen **Erdungsklemmen** in verschiedener Ausführung ermöglichen eine zuverlässige Erdung der Maste. Die Klemmen sind zum Übergang von Flachband auf Seil oder Massivleitung eingerichtet. Die Verbindung kann z. B. für Meßzwecke jederzeit gelöst werden (Abb. 2).

Abb. 1. Endbundklemme.

Abb. 2. Erdungsklemme.

Für Aluminium-Niederspannungskabel bestand das Bedürfnis nach einer zuverlässigen Abzweigklemme. Bei der für diesen Zweck vollkommen neu geschaffenen Klemme wird ein neuartiger Grundsatz angewendet, nämlich der sog. **elastische Kontakt.** Die Klemme ist so ausgestaltet, daß der Kontaktdruck trotz Erwärmung und Abkühlung der Kabel stets gleichmäßig bleibt (Abb. 3). Die Hängeklemmen wurden noch durch eine neue Type ergänzt, die sog. Hängeklemme mit zentraler Druckschraube, die sich durch ihr besonders geringes Gewicht auszeichnet. Für Freiluft-Schaltanlagen wurde ein neueres, ganz aus Aluminium bestehendes Klemmensystem herausgebracht, das die Möglichkeit gibt, Aluminiumleitungen an Aluminiumbolzen oder -schienen anzuschließen.

Abb. 3. Abzweigklemme mit elastischem Kontakt.

Leitungskupplungen werden in fast allen Außenbeleuchtungsanlagen mit herablaßbar angeordneten Leuchten verwendet. Sie ermöglichen eine feste Verlegung der Zuleitung und gleichzeitig auch stromloses Herablassen und demnach gefahrloses Arbeiten an der Leuchte, z. B. zum Auswechseln ausgebrannter Glühlampen. Leider bestand aber bisher keine unbedingte Sicherheit für den Bedienungsmann an der Winde, vielmehr sind häufig Spannungsübertragungen durch aus den Klemmen herausgerutschte, abgebrochene oder an der Isolation beschädigte Leitungsdrähte vorgekommen. Die neue **Disco-Kupplung** von Dr.-Ing. Schneider & Co., Frankfurt a. M., beseitigt diese Gefahr durch starre Leuchtenanordnung unter Verwendung eines ganz neuartigen, zum Patent angemeldeten Zwischenstückes, bei dem jeder einzelne Leitungsdraht vom Kupplungsunterteil bis zur Leuchte durch einen besonderen Isolierkanal hindurchgeführt wird (Abb. 4). Da außerdem das Zwischenstückunterteil mit dem Oberteil isoliert verbunden ist, kann gleichzeitig auch kein Leitungs- oder Fassungsschaden (Körperschluß) innerhalb der Leuchte auf metallische Teile der Kupplung und über das Aufzugsseil auf die Winde übertragen werden. An der Einführungsstelle der von außen kommenden Zuleitungen wird jeder einzelne Draht abgedichtet, die Klemmstellen sind zugentlastet.

1 Oberteil
2 Schutzmantel
3 beweglich gelagerte Kontakte
4 Kondens- und Regenwasserablauf
5 Isolierstopfbuchse
6 isolierte Umkleidung des Einzeldrahtes
7 isolierte Verschraubung

Abb. 4. Disco-Kupplung für Beleuchtungsanlagen.

Für **Edelgas-Leuchtröhren** hat die Firma Albert Flor & Sohn, Nürnberg O., eine neue Anschlußklemme geschaffen, die es sicher verhütet, daß während der Montage die Glaselektrodenteile abgedrückt oder beschädigt werden. Die patentamtlich geschützte Neuerung besteht aus einer als Kugelgelenk ausgeführten Anschlußklemme, die eine zwanglose Einstellung der Leitungskabel gewährleistet, so daß die Elektroden von Zug und Druck des Hochspannungskabels entlastet werden. Ein weiterer Vorteil der Klemmen ist das Anschließen des Kabels an die Glasbuchstaben ohne Werkzeug mit nur einer Hand.

Für Feuchtrauminstallationen zeigen Hoppmann & Mulsow, Hamburg, neue Übergangspfeifen, die **Beka-Endpfeifen** (Abb. 5). Bisher wurde bei der Installation von Leuchten, Schalttafeln, Motoren usw. das Kabelende durch Erdbuchsen vor dem Eindringen von Feuchtigkeit geschützt, man mußte dabei aber die abgemantelten Adern als Freileitungsenden benutzen, und diese gummiisolierten Einzeladern verwitterten leicht. Bei den Beka-Endpfeifen ist die eigentliche Stopfbuchse mit Doppelpackung für die Abdichtung über der Außenumflechtung

und den einzelnen abgemantelten Adern mit einer bajonettartig aufsetzbaren Porzellanpfeife ausgerüstet, die in ihrem Hohlraum 2 bis 3 der Lüsterklemme ähnliche Klemmen enthält, die durch Porzellantrennwände gegeneinander

Abb. 5. Beka-Endpfeifen für Feuchtraumleitungen und zwei Anwendungsbeispiele.

isoliert in der Pfeife eingebettet sind. Man kann jetzt also mit Hilfe der „Beka-Endpfeife" die Feuchtraumleitung unmittelbar mit säure- und wetterfester Freileitung NGA, NGAW usw. verbinden.

Die Firma Leopold Kostal, Lüdenscheid i. W., zeigt u. a. eine **Tischsteckdose** für gleichzeitigen Anschluß von 4 Geräten. Die flache, runde Form der auf Gummifüßen ruhenden Steckdose fügt sich überall gut ein. Die spannungführenden Kontaktteile sind auf einem keramischen Sockel aufgebaut, der wieder durch eine Isolierstoffscheibe abgedeckt wird. — War in einer Anlage bisher nur eine Steckdose installiert, so können jetzt ohne Änderung der Leitungsführung Zweifachsteckdosen eingebaut werden, um den Anschluß eines zweiten Stromverbrauchers ohne zusätzliche, nicht vorschriftsmäßige Verbindungsteile zu ermöglichen. Diese **Doppelsteckdosen** der Fa. Kostal werden für Aufputz-Verlegung mit 38 mm Dübelabstand und für Unterputz-Verlegung passend für die normale Unterputzdose mit 55 mm Innendurchmesser hergestellt.

Eine Vereinfachung der Installation bedeutet die **Uni-Unterputz-Serie** von Dr. Deisting & Co., Kierspe. Für die gesamte Unterputzverlegung braucht man nur *einen* Einsatz mit Zentralplatten. Die Abdeckung dazu wird gesondert lose geliefert, so daß man bei der Montage die jeweils gebrauchte aufsetzen kann, rund oder viereckig, in Glas oder Isolierstoff, braun oder krem, für Einzel- oder Kombinationseinbau. Die Abdeckung paßt nicht nur für den Schalter, sondern auch für Steckdosen, Lichtdrücker und andere in Kombinationen einbaufähige Apparate. Der **Doppel-Exzenterschalter** der Firma mit pufferndem Anschlag ist weiter verbessert worden; aus dem Zubehör für Feuchtrauminstallationen sei die **Spitzendichtung** (Abb. 6) erwähnt, die auch als Doppeldichtung auf Mantel und Einzeldrähten die Übergangsstelle vom Schutzmantel zur stromführenden Leitung trocken hält, wenn die angeschlossenen Apparate nicht völlig wasserdicht sind. Für kleine Lampen in niedrigeren Räumen, für Werbelichtanlagen u. dgl. wurde die wasserdichte Kleinarmatur „Dickhäuterchen" neu geschaffen; sie besteht aus Isolierpreßstoff mit Mignongewinde und ist nur 100 mm hoch bei 60 mm Dmr.

Abb. 6. Spitzendichtung für kabelähnliche Leitungen.

Die Firma C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla, hat eine neue **Isolierstoff-Fassung** auf den Markt gebracht. Die Fassung ist zweiteilig, Mantel und Boden bestehen aus Isolierpreßstoff, der Fassungsstein als Träger der stromführenden Teile aus keramischer Masse. Der Fassungsstein ist durch das kupferne Fassungsgewinde fest mit dem Isolierstoffmantel verbunden; die Glühlampe kann also nicht festbrennen, wie das bei Isolierstoffgewinde mitunter vorkommt. Die Fassung läßt sich nur mit Werkzeug zerlegen. Die Ausführung für 6 A, 250 V hat eine federnde Zunge als Mittelkontakt, diejenige für 5 A, 750 V federnden Zentralkontakt. Der Kontakt für das Lampengewinde ist in beiden Fällen ein Ringkontakt.

Brunnquell & Co., Sondershausen, stellen eine **Sparlampe** aus (Abb. 7). Sie ist überall dort verwendbar, wo eine geringe Lichtstärke ausreicht, z. B. in Treppenhäusern und Lagerräumen, als eingeschränkte Beleuchtung im Luftschutz, als Notbeleuchtung, als Entwicklungslampe für photographische Zwecke u. dgl. Sie besitzt die Form und Größe einer normalen 40 W-Glühlampe und wird mit Edison-Glühlampensockel zum Einschrauben in jede gewöhnliche Lampenfassung oder mit Steckerstiften zum Einstecken in normale Netzsteckdosen geliefert. Das Gehäuse besteht ganz aus Isolierstoff, oben Preßstoff, unten mattiertes Glas. Als eigentliche Glühlampe findet eine normale Glühlampe 4 V, 0,3 A Verwendung. In die Kleinleuchte ist ein Transformator eingebaut, welcher die Spannung von 220 oder 110 V Wechselstrom auf 4 V herabsetzt. Der Verbrauch der Lampe ist 2 bis 3 W. Die Firma zeigt auch ovale und runde Klein-Deckenleuchten, in denen sich ebenfalls ein Transformator und eine kleine Glühlampe (8 V, 5 W) befinden.

1 Gewindehülse 2 Transformator 3 Schutzglas 4 Isolierpreßstoff-Gehäuse 5 Reflektor 6 Glühlampe

Abb. 7. Sparlampe.

Eine ebenfalls in gewöhnlichen Fassungen verwendbare **Sparlampe** (8 V, 3 W) baut Ferdinand Erk, Ruhla (Thür.). Er zeigt weiter die **Blocklüsterklemmen** in Form einer aus zwölf Einzelklemmen bestehenden Leiste, von der eine, zwei, drei usw. Klemmen beliebig abgebrochen werden können. Der Erk-Sonex-**Prüftaster** zum Aufsuchen von Fehlerstellen usw. besteht aus einem Leuchtstab, durch Litze mit einem Taststab verbunden. Eine aufleuchtende Edelgasröhre zeigt die Spannung an (100 bis 500 V).

Schließlich sei noch der neue **Klemmnippel** von Max Paufler, Neuruppin, erwähnt, der aus Isolierstoff besteht, sehr leicht ist und die Leitung nicht durch Klemmbacken festhält, sondern durch eine seitliche Schraube in eine Aussparung der Gegenwandung hineindrückt.

Meßtechnische Geräte und Relais.

Für den Installateur und den Betriebsmann hat Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 C 1, ein Universalinstrument geschaffen, das VIWA-Meter (Abb. 1). Das Instru-

Abb. 1. Universalmeßgerät „VIWA-Meter".

ment mißt Gleich- und Wechselspannungen bis 250 und 500 V und ist als Isolationsmesser mit Kurbelinduktor bis 50 MΩ brauchbar; die eingebaute Widerstandsmeßbrücke (für feste und flüssige Leiter und Erdleitungen) mißt von 0,01 bis 200 000 Ω, die Spannung für die Brücke liefert der Kurbelinduktor, eine Batterie ist also überflüssig; der Strommesser hat die Meßbereiche 5 und 50 A oder 10 und 100 A.

Rudolf Kiesewetter hat weiter einen neuen **Auto-Starter-Prüfer** entwickelt, der in Reparaturwerkstätten zur Prüfung der elektrischen Einrichtung von Automobilen dient. Die Strommeßbereiche sind 6, 30 und 300 A. — Besonders handlich ist auch die neue kleine Präzisions-**Schleifdraht-Meßbrücke** „Pontoblitz" mit 25 cm langem Meßdraht, die z. B. für Blitzableiteruntersuchungen sehr geeignet ist; Meßbereich 0,01 bis 200 000 Ω. Als Stromquelle dient eine Taschenlampenbatterie. Für Messungen an flüssigen Leitern ist ein Tongenerator eingebaut.

Der Taschen-**Beleuchtungsmesser** „Pollux" in Streichholzschachtelgröße hat einen Grundmeßbereich von 500 lx bei gleichmäßiger Skalenteilung. Durch aufsteckbare Graufilter läßt sich der Meßbereich erweitern. Die Photozelle hat sich in mehrjähriger Beobachtung als gut konstant erwiesen. Der **Luxmesser** „Eriphot-Special" (Abb. 2) hat neben der normalen, logarithmisch geteilten

Abb. 2. Luxmesser.

Skala 0 bis 5000 lx noch fünf farbig aufgetragene Sonderskalen, deren Bereiche den Beleuchtungsstärken für grobe, mittelfeine, feine und sehr feine Arbeit (Leitsätze der Dt. Lichttechn. Gesellschaft) entsprechen. Dieser Luxmesser erleichtert somit die Lösung von Beleuchtungsaufgaben in Arbeitsräumen aller Art.

Abb. 3 zeigt ein **Glimmvoltmeter** der Firma Otto Preßler, Leipzig. Mit Hilfe einer sinnreichen Potentiometeranordnung kann das Instrument stets so eingestellt werden, daß die Glimmröhre bei angelegter Spannung gerade aufleuchtet. Da die Zündspannung der Glimmröhre konstant ist, gehört zu der zu prüfenden Spannung eine besondere Einstellung des Potentiometers, die man an der Skala ablesen kann. Das kleine und handliche Instrument weist den geringen Strombedarf von 10^{-5} A auf und ist insoweit den elektrostatischen Voltmetern ebenbürtig, die es aber in bezug auf mechanische Widerstandsfähigkeit und Preiswürdigkeit noch übertrifft.

Abb. 3. Glimmvoltmeter.

Die Zähler-Revision München-Leipzig, Michael Schneider, hat einen mechanischen **Universal-Eichzähler** herausgebracht. Bei der Eichung von Gleich-, Wechsel- und Drehstromzählern erspart er die Beobachtung mehrerer Einzelinstrumente und berücksichtigt selbsttätig alle Netzspannungsschwankungen. Der Plus- oder Minusfehler des zu prüfenden Zählers wird ohne Umrechnung sofort in Prozent angezeigt. Das astatische Meßwerk des Eichzählers wiegt nur 50 g, der Eigenverbrauch beträgt 0,5 W. Die einzelnen Meßbereiche werden bei Gleichstrom durch Nebenwiderstände, bei Wechselstrom durch Promillewandler erreicht, die Übersetzungen werden durch Drehknopf in Stufen ausgewechselt. Der Spannungsmeßbereich umfaßt 3 Stufen: 110, 220, 440 V, der Strommeßbereich 7 Stufen von 0,25 bis 20 A. — Die gleiche Firma zeigt weiter eine neue Universal-Zähler-Eich- und Prüfanlage und ein tragbares Gerät für Hochspannungs-Isolationsprüfung, das ebenfalls in der Zählertechnik willkommen sein wird.

Ein Gerät für **Magnet- und Eisenprüfung** hat die MESSGETA, Aschaffenburg, durchgebildet. Um die Feldstärke in Gauß zu messen, wird eine drehbare Metallscheibe benutzt, die durch ein Fallgewicht aus ihrer Lage abgelenkt wird. Die Messung erfolgt, indem z. B. ein Magnet auf den Magnettisch gelegt und die Scheibe auf Null eingestellt wird. Durch die Auslösung des Fallgewichtes erhält die Scheibe einen Antrieb und stellt sich je nach der Stärke des zu messenden Magnetfeldes auf einen bestimmten Wert ein, der am Zeiger abgelesen wird und das Meßergebnis bedeutet. Das Gerät war schon im Vorjahr in ähnlicher Form auf der Messe[1]), ist aber weiter vervollkommnet, und zwar besonders durch eine Einrichtung zur Messung von Eisenblechen. Diese Zusatzeinrichtung ist im wesentlichen eine Spule, in welche die Blechproben mit Klemmstücken eingeklemmt werden. Die Hysteresisschleife kann dann je nach Übung des Beobachters in 3 bis 4 min aufgenommen werden. Als Prüfstrom wird Gleichstrom oder gleichgerichteter Wechselstrom verwendet.

In dem neuen **Erdschlußrelais** der AEG ist das Ferraris-System durch ein eisengeschlossenes Dynamometer ersetzt. Dadurch wird das magnetische Feld sehr stark, das Drehmoment kräftig und das Relais sehr empfindlich. Das Stromsystem besteht im wesentlichen aus dem mantelförmigen Blechpaket, welches das bewegliche Spannungssystem umschließt. Das Spannungssystem ist ein drehbar gelagertes Rähmchen mit einer dünndrähtigen Wicklung, die über 2 Torsionsfedern gespeist wird. Das Relais benötigt nur geringe Ansprechleistung, die bei kleiner werdender Spannung noch geringer wird.

Für den Zeitstaffelschutz in Kraftnetzen zeigt die Telefonbau und Normalzeit AG., **Frankfurt a. M.**, ein **Präzisions-Vielfachzeitrelais**, das eine größere Anzahl von Zeitrelais einer Schaltanlage ersetzt. Die

[1]) ETZ 56 (1935) S. 255.

Abb. 4. Wählereinheit des Vielfach-Zeitrelais, geöffnet.

Staffelung kann so eng gewählt werden, wie es mit Rücksicht auf die Betriebsführung wünschenswert ist. Die Zeit läßt sich bis auf 0,2 s herunter beliebig einstellen. Das Präzisions-Vielfach-Zeitrelais besteht aus 2 Einheiten, der Wählereinheit (Abb. 4) und dem Stromstoßpendel (Abb. 5). Zur Überwachung der Relaisablaufzeiten dient eine Prüfeinrichtung. Das Stromstoßpendel gibt nach seiner Erregung durch ein Überstromrelais in bestimmten Zeiträumen, z. B. alle 0,05 s, einen Stromstoß auf die Wählereinheit.

Abb. 5. Stromstoßpendel des Vielfach-Zeitrelais.

Eisenwasserstoff-Widerstände machen diese Frequenz unabhängig von Spannungsschwankungen. Die Wählereinheit besteht hauptsächlich aus einem Nockenwähler und einem Drehwähler sowie einigen Relais. Der Nockenwähler wandert bei jedem Impuls des Stromstoßpendels einen Schritt weiter und gibt nach jedem 4. Schritt, also nach 0,2 s, 0,4 s usw. bis 6,0 s einen Stromstoß an den Drehwähler, der weiterschaltet und hierbei Spannung an die verschiedenen Kontakte legt. Diese zu genauen Zeiten entstehenden Impulse werden dann an einen oder mehrere Auslöser von Leistungsschaltern weitergegeben.

Der neue **Mehrfach-Gleitregler** mit Drehantrieb (Abb. 6) der Firma Robert Abrahamsohn G. m. b. H., Berlin, hat nur einen Antriebsmechanismus für sämtliche Regler. Einige Schaltbeispiele für einen Drehstromregler zeigt Abb. 7. An diesem Regler, der in der üblichen Rohrform mit nebeneinanderliegenden Wicklungen aufgebaut ist, sind die drei Gleitstangen voneinander isoliert, und die drei Gleitkontakte, welche mit einem endlosen Stahlseil verbunden sind, werden beim Drehen des Handrades in gleichem Takt bewegt. Die Kontaktbürsten bestehen aus Bronzefedern, welche in einem Schlitz ein unter besonderem **Federdruck** stehendes Graphitplättchen tragen. Das mitgeführte Graphitplättchen überzieht die Kontaktbahn bei jeder Bewegung mit einer dünnen Graphitschicht und verkleinert so die Reibung zwischen Wicklung und Kontaktbürste bedeutend, so daß das bekannte „Fressen“ bei gelegentlichen Überlastungen nicht mehr auftritt. Die Regler können an Motoren, Transformatoren, bei Bühnenlichtreglern u. dgl. nutzbringend verwandt werden.

Abb. 6. Mehrfach-Gleitregler mit Drehantrieb.

R S T Belastung X Y Z R S T Belastung

Drehstrom-Vorwiderstand — Widerstand in Sternschaltung — Spannungsteller in Dreieckschaltung

Abb. 7. Einige Schaltmöglichkeiten von Mehrfach-Gleitreglern.

Zum Abschluß der Abteilung „Meßtechnik“ sei noch der **Lehr- und Experimentiermittel** gedacht, die beispielsweise von der Physikalische Werkstätten A G., Göttingen, ausgestellt sind. Neu ist ein einfaches Aufbaugerät über die physikalischen Grundlagen des Fernsehens, ferner Experimentierkästen für Schule und Haus.

Rundfunk.

Neufeldt & Kuhnke, Kiel, zeigen aus ihrer Rundfunkgeräte-Herstellung u. a. den **„Nordmark-Super“**, einen 4-Röhren-Oktodensuper, an welchem neuartig ist, daß keine Drehkondensatoren, sondern einzelne Festkondensatoren verwendet werden, die durch Betätigung einer aus dem Telephonbau bekannten Wählscheibe zusammengeschaltet werden (Abb. 1). Im übrigen weist das Gerät alle Neuerungen auf, wie Klangfarbenregler, Lautstärkeausgleich und Optimeter.

Abb. 1. Rundfunkempfänger „Nordmark-Super“.

Die Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin, zeigt erstmalig den neuen **Hochleistungs-Autosuper T. 655.** Ferner sind Reportagegeräte für Übertragungen bei Massenveranstaltungen, Einrichtungen für Senderstudios, Tonfolien-Schneidgeräte und alle Zubehörteile und Geräte für elektroakustische Anlagen zu sehen, weiter Plattenspieltische, Schallplatten- und Koffergeräte sowie das neue Antennenmaterial „Nirostadraht“[1]). Die elektroakustische Abteilung zeigt an Hand von graphischen Darstellungen die Zusammenstellung von Gemeinschaftsempfangs-Anlagen und auf einem besonderen Tisch die dazugehörigen Geräte.

An Störschutzgeräten zeigen Brunnquell & Co., Sondershausen, u. a. das **Entstörfilter** (Abb. 2) für die Entstörung von elektrischen Haushaltsgeräten, gewerblichen Apparaten, wie Rechenmaschinen, Buchungsmaschinen, zahnärztlichen Bohrmaschinen u. dgl., sowie einen **Abschirmkäfig** für Diathermiegeräte. Der Käfig ist 2 · 2 · 2,2 m groß, leicht auseinanderzunehmen und aufzustellen.

Abb. 2. Entstörungsfilter.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1420.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Eine Gerichtsentscheidung über unvorschriftsmäßige Sicherungen.

Der Verkauf von Sicherungen, die nicht den VDE-Vorschriften entsprechen, und deren Gebrauch vom Elektrizitätswerk nicht gestattet wird, an einen Brancheunkundigen stellt Ausnutzung der Geschäftsunkenntnis des Käufers dar (§ 826 BGB). Eine Verpflichtung zur Abnahme und zur Zahlung des Kaufpreises besteht nicht.

AG Schöneberg, 5. 7. 1935.
— 31 C 1741/34 —

Aus dem Tatbestand:

Der Kläger klagt als Zessionar der Firma E., als deren Vertreter er von dem Beklagten am 7. November 1932 eine Bestellung auf Lieferung von elektrischen Patentsicherungen und Lamellen entgegengenommen hat. Er verlangt, nachdem der Beklagte die bestellte Sendung hat an die Absenderin zurückgehen lassen, Bezahlung des Kaufpreises und der entstandenen Versandspesen mit zusammen 140,92 RM.

Der Beklagte wendet Unverwendbarkeit der ihm verkauften Patentsicherungen, die 125 RM des Kaufpreises ausmachen, ein, da sie nicht den üblichen Sicherheitsvorschriften entsprächen.

Nachdem der Beklagte auf Grund des Beschlusses vom 21. März 1935 als Partei gehört worden war, ist Beweis erhoben worden auf Grund des Beschlusses vom 23. Mai 1935 durch Einholen der hiermit inhaltlich in bezug genommenen Auskunft der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung der Reichsgruppe Energiewirtschaft der deutschen Wirtschaft vom 14. Juni 1935.

Aus den Entscheidungsgründen.

Die Klage ist unbegründet.

Aus dem Schreiben der E.A.G. EW G vom 2. März 1933 an den Kaufmann B., der von der Firma E. die gleichen Sicherungen wie der Beklagte bezogen hatte, ergibt sich, daß das Elektrizitätswerk die Verwendung dieser Sicherungen in seinem Stromnetz nicht zuläßt, da es die Ansicht vertritt, daß sie durch ihre Bauart nicht die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausschließen, weil sie ohne Rücksicht auf die Paßschraube in jedes Element hineinpassen und Lamellen jeder Stromstärke eingesetzt werden können. Die Auskunft der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung tritt dieser Auffassung bei. Die dem Beklagten verkauften Patentsicherungen sind mithin im Handel praktisch nicht verwendbar, selbst wenn die Einstellung des Elektrizitätswerkes unrichtig und die Darstellung, welche in dem vom Kläger überreichten Gutachten des Sachverständigen V. gemacht sind, zutreffen sollten.

Als Händler mit Elektroartikeln muß dem Kläger die Einstellung der Elektrizitätswerke gegenüber der Konstruktion der von ihm vertriebenen Sicherungen bekannt gewesen sein. Wenn er gleichwohl die Sicherungen an einen Brancheunkundigen verkaufte, ohne ihn auf die Gefahr hinzuweisen, daß die Verwendung der Sicherungen verboten werden könne, so hat er die Geschäftsunkenntnis des Beklagten in einer gegen die guten Sitten verstoßenden Weise ausgenutzt, um ihn zum Ankauf einer nicht absetzbaren Ware zu veranlassen. Damit hat er sich schadensersatzpflichtig nach § 826 BGB gemacht. Die Schadensersatzpflicht besteht in der Beseitigung der vom Beklagten durch Abschluß des Kaufes übernommenen Verpflichtungen.

Ob der Beklagte die Unverkäuflichkeit der Ware rechtzeitig gerügt hat, ist bei dieser Beurteilung unerheblich. Der Kläger kann mithin Zahlung des Kaufpreises und der Spesen nicht fordern, so daß die Klage unbegründet ist und abzuweisen war.

[Rechtsbeilage Nr. 1 zur Elektr.-Wirtsch. vom 25. 1. 1936.]

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Fernmelde-Freileitungen.

DIN VDE 8300 Drähte
Bl. 1 — aus Kupfer und Bronze (3. Ausgabe, Januar 1936)
Bl. 2 — aus Stahl, Aluminum und Aldrey (3. Ausg., Januar 1936)

Installationsmaterial.

DIN VDE 9450 Dreipolige Steckdose mit Schutzkontakt, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V (2. Ausg., Dezember 1935)

Ferner ist ein Normblatt

DIN 747 Achshöhen für Maschinen (Dezember 1935)

erschienen, das vom September 1937 ab das Normblatt

DIN VDE 2940 Elektrische Maschinen, Achshöhen

ersetzt.

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Röhrentechnik.

Fachgruppenleiter: Dr.-Ing. H. Kerschbaum VDE

Vortrag

des Herrn Dr. W. Espe am Dienstag, dem 10. März 1936, 20 h, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Glas-Metall-Verschmelzungen".

Inhaltsangabe:

I. Allgemeines über Glas.
II. Allgemeines über Glas-Metall-Verschmelzungen.
  1. Spannungsfreiheit
    a) Ausdehnungsspannungen
    b) Kühlspannungen
    c) Strombelastungsspannungen
  2. Haften von Glas an Metall
  3. Blasenfreiheit der Einschmelzstelle.
III. Werkstoffe für Glas-Metall-Verschmelzungen und Einschmelztechnik
  1. Einschmelzungen
  2. Anschmelzungen.
IV. Technische Ausführungen von Glas-Metall-Verschmelzungen
  1. von Einschmelzungen
  2. von Anschmelzungen.
V. Quarz-Metall-Verbindungen.
VI. Keramik-Glas-Verbindungen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernruf: C 1 0011, App. 128
6. 3. 1936 „Das Maschennetz im Vergleich zum Strahlennetz, sein Aufbau und Betrieb" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kraft)

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141
9. 3. 1936 „Selbstsicherung von Kabeln durch Ausbrennen" (Vortragender: Roggau)

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Dipl.-Ing. K. Wagner, Charlottenburg, Horstweg 4, Fernruf: C 4 0011, App. 3013
10. 3. 1936 „Vortragsreihe Isolierstoffe"

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. F. Hauffe, Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernruf: D 9 2101
11. 3. 1936 „Gittergesteuerte Gasentladungen" (Schluß) (Vortragender: Dr.-Ing. Glaser). (Ort ausnahmsweise AEG-Forschungsinstitut Reinickendorf, Holländerstraße 31, Beginn 18 h.)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner, Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernruf: D 1 0014, App. 404
12. 3. 1936 „Doppelerdschlußprobleme" (Vortragender: Dr.-Ing. Tietze)

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Grunewald, Wangenheimstr. 11, Fernruf: C 4 0011, App. 2631
13. 3. 1936 Sprechabend: „Die Durchdringung der Industrie durch die Elektrotechnik"

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer
Burghoff.

Gau Südsachsen.

Am 28. 11. 1935 sprach vor dem Gau Südsachsen Herr Obering. Rösner über „Elektrofahrzeuge als Verbraucher heimischer Antriebsenergie". Bei der Lösung der Treibstofffrage muß das Elektrolastfahrzeug, das mit elektrischer Energie — aus heimischer Kohle erzeugt — arbeitet, mithelfen. Die Entwicklung der Motorisierung des Stadtverkehrs in den amerikanischen Großstädten beweist, daß das besondere Arbeitsgebiet der Elektrolastfahrzeuge das des Lieferwagens im Stadtverkehr ist. Vergleichsversuche, die die AEG mit Elektrolastwagen und Verbrennungskraftwagen in der Großstadt durchgeführt hat[1]), haben den Beweis erbracht, daß bei Fahrten durch die Großstadt mit den häufigen, durch den Verkehr bedingten Haltepunkten die Durchschnittsgeschwindigkeit des Elektrowagens um 2,5% höher ist als die des Verbrennungskraftwagens, obwohl der Elektrowagen eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h bei Vollast und 30 km/h unbelastet, der Benzinlastwagen aber eine Geschwindigkeit bis zu 50 km/h bzw. 60 km/h hat. Noch deutlicher wird die Überlegenheit des Elektrolastwagens in bezug auf die Durchschnittsgeschwindigkeit im Großstadtverkehr, wenn zusätzlich eine Anzahl von Betriebshaltestellen vorgesehen ist, wie sie im Lieferdienst üblich sind. Die hohe Durchschnittsgeschwindigkeit des Elektrowagens wird durch seine wesentlich leichtere Handhabung, seine einfache Schaltung und das hohe Anzugsmoment des Elektromotors erreicht. Mit wirtschaftlichem Vorteil werden sie in allen den Betrieben verwendet, die Nahtransporte mit einer großen Anzahl von Haltestellen zu erledigen haben, z. B. Müll- und Kehrichtabfuhr, Straßenreinigung, Straßensprengung, Postpaketverkehr, Lieferdienst für Brauereien, Mineralwasserfabriken, Lebensmittelhandlungen, Milchhandlungen, Kohlenhandlungen. Wichtig war die Schaffung eines Einheitsbatterietroges, der ein leichtes Auswechseln der Batterie bei verschiedenen Fahrzeugen von 2 bis 6 t Tragkraft ermöglicht. Damit ist auch die Vorbedingung für die Schaffung öffentlicher Ladestellen gegeben, bei denen — ähnlich wie bei den Tankstellen für flüssige und gasförmige Treibstoffe — die erschöpften Batterien gegen frische, aufgeladene ausgewechselt werden können. Um eine verstärkte Verwendung von Elektrofahrzeugen zu fördern, haben sich die Akkumulatorenfabriken entschlossen, derartige Batterien in Einheitströgen leihweise zu überlassen. Auch dann ist noch, wie Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergeben, eine wirtschaftliche Überlegenheit von etwa 15% gegenüber dem zur Zeit billigsten Lastwagen mit Dieselmotorbetrieb gewährleistet.

[1]) ETZ 57 (1936) H. 7, S. 171.

Sitzungskalender.

Gau Niedersachsen, Hannover. 10. 3. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Neues aus dem Gebiet der Elektrizitätszähler und Tarifapparate". Dr.-Ing. Schmiedel.

Gau Ruhr-Lippe, Essen. 11. 3. (Mi), 19 h 30 m, Duisburg, „Berliner Hof", Königstr. 103: „Die Verwendung von Öl in Schaltanlagen und Schaltern". E. König VDE. Anschließend Vorführung des Schmalfilms über das Oloxalverfahren für Oberflächenveredelung von Aluminium.

Gau Südsachsen ADB Gruppe Schwachstromtechnik im VDE, Chemnitz. 10. 3. (Di), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Neues aus dem Gebiet der Kurzwellentechnik". A. Clorius VDE.

Gau Südsachsen, Chemnitz. 12. 3. (Do), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Der Ausbau von Niederspannungsnetzen unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftsbelebung". Dr. von Mangoldt VDE.

Gau Thüringen, Erfurt. 11. 3. (Mi), 20 h, Münchener Bürgerbräu: „Fernwirkanlagen im Dienste der elektrischen Krafterzeugung und -versorgung". P. Mattejat VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Am 10. Februar konnte Herr Dir. Chr. P. Jensen, Geschäftsführer der Osram G. m. b. H. Komm.-Ges., Berlin, auf eine 25jährige Tätigkeit bei diesem Unternehmen zurückblicken. Herr Jensen wurde am 22. 9. 77 in Tondern geboren, begann in den neunziger Jahren in Hamburg bei einer Zweiggesellschaft der AEG seine kaufmännische Lehrzeit und arbeitete dann auf verschiedenen Gebieten der Elektrowirtschaft. 1911 ging er als Prokurist zur Siemens & Halske AG., um die kaufmännische Leitung ihrer damaligen Glühlampenfabrik zu übernehmen. Als 1920 die Glühlampenbetriebe von AEG, S & H und Auergesellschaft zur Osram G. m. b. H. Komm.-Ges. zusammengelegt wurden, trat Herr Jensen als Geschäftsführer in die neue Gesellschaft über. In diesem Wirkungskreise hat der Jubilar die Entwicklung der neuzeitlichen Lichtwirtschaft im letzten Jahrzehnt an maßgebender Stelle miterlebt und wegweisend beeinflußt[1]).

[1]) Vgl. z. B. Chr. P. Jensen, ETZ 47 (1926) S. 210 u. 960.

SCHRIFTTUM.

Neue Zeitschriften.

Das Elektrofahrzeug. Herausgeg. von der „Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft", Berlin W 35, Buchenstraße 5.

[Die Zeitschrift verfolgt den Zweck, in allgemeinfaßlicher Darstellung weiteste Kreise über Wesen und volkswirtschaftliche Bedeutung sowie über die Vorteile der Verwendung von Elektrofahrzeugen mit Stromspeicherung aufzuklären und die interessierten Stellen über alle Neuerscheinungen auf dem Gebiete der Herstellung und Verwendung derselben laufend zu unterrichten.]

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 28. Februar 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 12. März 1936 | Heft 11

Die Auslauflinien umlaufender Maschinen und ihre Auswertung.

(Trennung der Lager- und Luftreibung, Bestimmung des Schwungmomentes).

Von Dipl.-Ing. Fritz Reinhardt VDE, Berlin.

621. 313. 1. 017. 5

Übersicht. Die Trennung der Lager- und Luftreibung an umlaufenden Maschinen wurde bisher unter Zuhilfenahme von Erfahrungszahlen der Verhältnisse der Lagerzapfenreibung bei verschiedenen Zapfengeschwindigkeiten durchgeführt. Die Arbeit baut auf den heute geltenden Anschauungen über das Wesen der Lagerreibung ein einfacheres und genaueres Verfahren zur Verlusttrennung auf, das diese Erfahrungszahlen nicht benötigt. Die völlige Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung in den Grenzen der Meßgenauigkeit rechtfertigt das Verfahren. Auch das Schwungmoment der umlaufenden Teile kann in neuer Weise aus der Auslauflinie bestimmt werden.

Die Auslauflinie umlaufender Maschinen, d. h. der Verlauf der Drehzahl in Abhängigkeit von der Zeit bei einer völlig sich selbst überlassenen Maschine, bietet in einfacher Weise die Möglichkeit, sowohl das Schwungmoment zu bestimmen, als auch Aufschluß über die Verteilung der Lager- und Luftreibungsverluste zu erhalten. Sie ist daher schon immer zur Lösung dieser Aufgaben herangezogen worden. Die bisher gebräuchlichen Verfahren zur Trennung der Lager- und Luftreibungsverluste[1]) sind etwas umständlich, denn sie sind mit den Erfahrungszahlen der Verhältnisse der Lagerzapfenreibung bei verschiedener Zapfengeschwindigkeit behaftet. Dies rechtfertigt den Versuch, das Verfahren so umzustellen, daß den heute geltenden Anschauungen über das Wesen der Lagerreibung Rechnung getragen wird, ohne daß diese Erfahrungszahlen eingehen. Dabei ergibt sich gleichzeitig eine größere Genauigkeit und einfachere praktische Handhabung des Verfahrens.

1. Grundlagen und Voraussetzungen für die Berechnung der Auslauflinien.

Der Auslauf einer Maschine im völlig unbeeinflußten Zustand ist allein bestimmt durch das Trägheitsmoment Θ der umlaufenden Teile und die bremsenden Drehmomente M_{Br}, und zwar gilt die Grundgleichung:

$$-\Theta \frac{d\omega}{dt} = M_{Br},$$

oder, da $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ ist:

$$-\frac{2\pi}{60}\Theta\frac{dn}{dt} = M_{Br}, \qquad (1)$$

wobei das Bremsmoment M_{Br} in mkg, das Trägheitsmoment Θ im technischen Maßsystem in mkgs² und die Drehzahl n in U/min gemessen wird.

Ist die Maschine nur sich selbst überlassen, eine elektrische Maschine also vom Netz abgeschaltet und unerregt, so treten als Bremsmomente nur Reibungsmomente auf, und zwar, wenn keine Bürsten vorhanden oder die vorhandenen Bürsten abgehoben sind, nur Lager- und Luftreibungsmomente, also:

$$-\frac{2\pi}{60}\Theta\frac{dn}{dt} = M_{Lager} + M_{Luft}. \qquad (1a)$$

Im Prüffeld wird meist nicht das Drehmoment M, sondern die Verlustleistung V_R in kW bei der Nenndrehzahl n_N unmittelbar gemessen. Wir wollen daher die Verlustleistungen sofort einführen und schreiben

$$-\frac{2\pi}{60}\Theta\frac{dn}{dt} = 974\left(\frac{V_{Lager}}{n_N} + \frac{V_{Luft}}{n_N}\right), \qquad (1b)$$

wobei wir die Beziehung

$$M = \frac{974 \cdot N}{n}$$

verwenden.

Diese beiden bremsenden Momente weisen nun eine verschiedenartige Abhängigkeit von der Drehzahl auf. Allein darauf beruht das Zustandekommen verschiedenartiger Auslaufkurven für verschieden große Anteile der Lagerreibung an der Gesamtreibung, aus dem sich die Möglichkeit der Verlusttrennung ergibt.

Für die Lagerreibung hat Gümbel[2]) aus den Grundgesetzen der flüssigen Reibung rein theoretisch das Gesetz abgeleitet, daß die Reibungszahl eines Lagers mit der Wurzel aus der Drehzahl wächst. Dieses Abhängigkeitsgesetz hat er in allen Versuchsreihen erfüllt gefunden, und auch in allen neueren Arbeiten[3]) wird diese Abhängigkeit der Reibungszahl von der Zapfengeschwindigkeit in den Grenzen der Versuchsgenauigkeit bestätigt. Es gilt für alle Lager mit Flüssigkeitsreibung, in denen der Druck durch seitliche Verschiebung zweier gegeneinander geneigter Flächen unter Verdrängung der Flüssigkeit erzeugt wird, also für alle umlaufenden Zapfen, für Gleitbahnen und Spurlager. Für Wälzlager, bei denen keine Flüssigkeitsreibung vorhanden ist, gilt es dagegen nicht. Wenn wir von Wälzlagern absehen, können wir daher setzen:

$$M_{Lager} = 974 \cdot \frac{V_{Lager}}{n_N}\sqrt{\frac{n}{n_N}}. \qquad (2)$$

Die Reibungszahl einer Flüssigkeit ist allerdings sehr stark von der Temperatur abhängig. Der Auslauf erstreckt sich aber meist nur über verhältnismäßig kurze Zeiten, oder es ist, wie z. B. bei den Großmaschinen, eine beträchtliche Ölmenge im Umlauf. Daher kann die Temperatur des Schmiermittels während des Auslaufes als

[1]) Roehle, ETZ 26 (1905) S. 794.

[2]) Gümbel-Everling, Reibung und Schmierung im Maschinenbau. Berlin: Krayn 1925.

[3]) Z. B. Ten Bosch, Schweiz. Bauztg. 99 (1932) S. 321.

konstant angesehen und die Temperaturabhängigkeit vernachlässigt werden.

Die Luftreibung folgt den aerodynamischen Grundgesetzen, und nach diesen nimmt das Luftreibungsmoment mit dem Quadrat der Drehzahl zu. Wir setzen also:

$$M_{\text{Luft}} = 974 \cdot \frac{V_{\text{Luft}}}{n_N}\left(\frac{n}{n_N}\right)^2. \qquad (3)$$

Damit erhalten wir aus Gl. (1 b) unsere Ausgangsgleichung für die Auslauflinie:

$$-\Theta\,\frac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}t} = 9300 \cdot \left\{\frac{V_{\text{Lager}}}{n_N}\sqrt{\frac{n}{n_N}} + \frac{V_{\text{Luft}}}{n_N}\left(\frac{n}{n_N}\right)^2\right\},$$

oder, wenn wir den Zahlenfaktor 9300 kurz mit K bezeichnen:

$$-\frac{\Theta}{K}\,\frac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}t} = \frac{V_{\text{Lager}}}{n_N}\sqrt{\frac{n}{n_N}} + \frac{V_{\text{Luft}}}{n_N}\left(\frac{n}{n_N}\right)^2. \qquad (4)$$

Die Voraussetzungen für dieselbe seien nochmals kurz zusammengefaßt:

a) Nur Flüssigkeits- und Luftreibung vorhanden (keine Wälzlager, Bürsten gegebenenfalls abgehoben),

b) während des Auslaufes bleibt die Temperatur des Schmiermittels konstant.

Bei ganz kleinen Drehzahlen geht die Flüssigkeitsreibung in die halbflüssige und schließlich in die trockene Reibung über, hierfür ist die Gl. (4) nicht mehr erfüllt.

2. Berechnung der Auslauflinien.

Aus Gl. (4) folgt durch Umformung:

$$-n_N\,\frac{\Theta}{K}\,\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t} = \frac{V_{\text{Luft}}}{n_N}\left\{\frac{V_{\text{Lager}}}{V_{\text{Luft}}}\sqrt{\frac{n}{n_N}} + \left(\frac{n}{n_N}\right)^2\right\}. \qquad (4a)$$

Zur Abkürzung setzen wir $\alpha = \frac{V_{\text{Lager}}}{V_{\text{Luft}}}$, dann gilt für die Gesamtreibung V_R bei Nenndrehzahl n_N, die unmittelbar gemessen wird:

$$V_R = V_{\text{Lager}} + V_{\text{Luft}} = V_{\text{Luft}}\left(\frac{V_{\text{Lager}}}{V_{\text{Luft}}} + 1\right) = (\alpha + 1)\,V_{\text{Luft}},$$

$$V_{\text{Luft}} = \frac{V_R}{\alpha + 1},$$

also:

$$-n_N\,\frac{\Theta}{K}\,\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t} = \frac{V_R}{n_N\,(\alpha+1)}\left\{\alpha\sqrt{\frac{n}{n_N}} + \left(\frac{n}{N}\right)^2\right\},$$

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{\mathrm{d}t}{n_N^2} = (\alpha + 1)\,\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\alpha\sqrt{\frac{n}{n_N}} + \left(\frac{n}{n_N}\right)^2}. \qquad (4b)$$

Zur leichteren Integration dieser Differentialgleichung setzen wir:

$$\frac{n}{n_N} = \sqrt[3]{\alpha^2}\,y^2, \qquad y = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha}}\sqrt{\frac{n}{n_N}},$$

$$\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right) = 2\sqrt[3]{\alpha^2}\,y\,\mathrm{d}y$$

und erhalten:

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{\mathrm{d}t}{n_N^2} = (\alpha + 1)\,\frac{2\sqrt[3]{\alpha^2}\,y\,\mathrm{d}y}{\sqrt[3]{\alpha^4}\,y + \sqrt[3]{\alpha^4}\,y^4},$$

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{\mathrm{d}t}{n_N^2} = \frac{2\,(\alpha+1)}{\sqrt[3]{\alpha^2}}\,\frac{\mathrm{d}y}{y^3 + 1}. \qquad (4c)$$

Die Integration auf beiden Seiten ergibt:

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta\,n_N^2}\int \mathrm{d}t = \frac{2\,(\alpha+1)}{\sqrt[3]{\alpha^2}}\int\frac{\mathrm{d}y}{y^3+1}$$

$$\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{T_0 - t}{n_N^2} = \frac{2}{3}\,\frac{\alpha+1}{\sqrt[3]{\alpha^2}}$$

$$\times\left\{\sqrt{3}\,\operatorname{arctg}\frac{2y-1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2}\ln\left(1 + \frac{3y}{y^2 - y + 1}\right)\right\}. \qquad (5)$$

Auf der linken Seite steht dabei die Integrationskonstante T_0, die ohne besonderes Interesse ist. Wir beseitigen sie deshalb und rechnen unseren Zeitmaßstab von dem Punkte $t_0 = 0$ ab, in dem die Auslauflinie die Nenndrehzahl n_N verläßt. Dann wird die Auslauffunktion, die wir zur Abkürzung mit $\underset{\alpha}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right)$ bezeichnen, wobei der Parameter α den Anteil der Lagerreibung andeutet:

$$\left.\begin{aligned}\underset{\alpha}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right) = \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{t}{n_N^2} = \Bigg[\frac{2}{3}\,\frac{\alpha+1}{\sqrt[3]{\alpha^2}}\Bigg\{\sqrt{3}\,\operatorname{arctg}\frac{2y-1}{\sqrt{3}}\\ + \frac{1}{2}\ln\left(1 + \frac{3y}{y^2-y+1}\right)\Bigg\}\Bigg]_{y_2 = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha}}\sqrt{\frac{n}{n_N}}}^{y_1 = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha}}}\end{aligned}\right\}. \qquad (6)$$

Für die beiden Grenzfälle, in denen nur eine der beiden Reibungsarten vorhanden ist, vereinfacht sich die Rechnung erheblich:

a) Verschwindet die Lagerreibung V_{Lager} und ist nur Luftreibung V_{Luft} vorhanden, also V_{Luft} gleich dem Gesamtreibungsverlust V_R, so gilt:

$$-n_N\,\frac{\Theta}{K}\,\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t} = \frac{V_R}{n_N}\left(\frac{n}{n_N}\right)^2,$$

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{\mathrm{d}t}{n_N^2} = \frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\left(\frac{n}{n_N}\right)^2},$$

$$\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{T_0 - t}{n_N^2} = -\frac{n_N}{n};$$

$$t = 0:\ \frac{n}{n_N} = 1, \qquad \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{T_0}{n_N^2} = -1,$$

$$\alpha = 0:\ \underset{0}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right) = \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{t}{n_N^2} = \frac{n_N}{n} - 1. \qquad (6a)$$

b) Ist Lagerreibung allein vorhanden, also der Gesamtreibungverlust V_R gleich der Lagerreibung V_{Lager} und verschwindet die Luftreibung V_{Luft}, so wird:

$$-n_N\,\frac{\Theta}{K}\,\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t} = \frac{V_R}{n_N}\sqrt{\frac{n}{n_N}},$$

$$-\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{\mathrm{d}t}{n_N^2} = \frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\sqrt{\frac{n}{n_N}}},$$

$$\frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{T_0 - t}{n_N^2} = +2\sqrt{\frac{n}{n_N}};$$

$$t = 0:\ \frac{n}{n_N} = 1; \qquad \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{T_0}{n_N^2} = +2,$$

$$\alpha = \infty:\ \underset{\infty}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right) = \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{t}{n_N^2} = 2\left(1 - \sqrt{\frac{n}{n_N}}\right). \qquad (6b)$$

Die Formeln 6, 6a und 6b stellen die Auslauffunktionen $\underset{\alpha}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right)$ aller Maschinen dar, die nur durch Lager- und Luftreibung abgebremst werden. Für jeden Wert des Parameters α, also für jeden Wert $\frac{\alpha}{\alpha+1}$ des Anteils der Lagerreibung V_{Lager} an der Gesamtreibung V_R bei Nenndrehzahl n_N, ergibt sich eine andere Auslauflinie. Wertet man diese Formeln für verschieden große Lagerreibungsanteile aus, indem man den Parameter α entsprechend wählt, so erhält man die in Abb. 1 dargestellten Auslauflinien. Man sieht, daß sich für verschieden große Lagerreibungsanteile Auslauflinien verschiedener Prägung ergeben; aus dem Verlauf der Auslauflinie läßt sich also der Anteil der Lagerreibung bestimmen.

Abb. 1. Auslauflinien für verschieden große Anteile der Lagerreibung an der Gesamtreibung.

3. Vergleich der berechneten mit gemessenen Auslauflinien.

Bevor das Verfahren zur Trennung der Verluste in Einzelheiten entwickelt wird, ist durch Vergleich der in der angegebenen Weise berechneten Auslauflinien mit solchen, die an ausgeführten Maschinen unmittelbar gemessen wurden, zu klären, wie weit eine praktische Übereinstimmung vorliegt. Nur wenn diese in genügendem Maße vorhanden ist, können die Grundlagen und Voraussetzungen für die Berechnung als erfüllt angesehen werden und die Grenzen bestimmt werden, in denen ein Trennungsverfahren brauchbar ist. In Abb. 2 ist daher für eine ausgeführte Maschine mit senkrechter Welle für 30 MVA bei 150 U/min als Beispiel dieser Vergleich durchgeführt worden, indem nach dem später beschriebenen Verfahren die berechnete Auslauflinie passender Prägung mit der gemessenen im gleichen Maßstabe auf ein Bild eingezeichnet ist. Die berechneten Punkte sind dabei durch Kreise, die gemessenen durch Kreuze angedeutet. Für die einzelnen Lagerreibungsanteile ist bei den berechneten Punkten durch geradlinige Interpolation zwischen den beiden Nachbarlinien gemittelt worden.

Abb. 2. Auslauflinie einer Synchronmaschine mit senkrechter Welle für 30 MVA bei 150 U/min.

Solche Vergleiche sind in großer Zahl durchgeführt worden, und zwar für elektrische Maschinen verschiedenster Bauarten, für große, mittlere und kleine Bauformen, für hohe und niedrige Nenndrehzahlen, für senkrechte und waagerechte Wellenanordnung. Alle Vergleiche zeigen eine außerordentlich weitgehende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung. Im ganzen Drehzahlbereich zwischen Nenndrehzahl und weniger als 20 % der Nenndrehzahl sind Abweichungen praktisch überhaupt nicht zu erkennen, sie sind jedenfalls geringer als die beim Gebrauch der üblichen Drehzahlmeßgeräte unvermeidbaren Meßfehler.

Erst bei Drehzahlen von etwa 15 % der Nenndrehzahl ab machen sich in den meisten Vergleichen größere Abweichungen bemerkbar, und zwar fällt dann die gemessene Auslauflinie stärker ab als die berechnete. Der physikalische Grund hierfür ist der Übergang der reinen Flüssigkeitsreibung in den Lagern in die halbflüssige und schließlich trockene Reibung bei sehr geringen Drehzahlen. Diese weisen weit höhere Reibungszahlen auf und beschleunigen daher den Drehzahlabfall der Maschinen. Diejenige Stelle, an der sich die gemessene Auslauflinie von der berechneten abspaltet, bietet daher ein Kennzeichen für den Übergang der flüssigen in die halbflüssige Reibung.

Im ganzen übrigen Drehzahlbereich zwischen Nenndrehzahl und etwa 20 % der Nenndrehzahl beweist die sehr gute Übereinstimmung der berechneten mit den gemessenen Auslauflinien, daß die Grundlagen der Rechnung den Reibungsgesetzen, die den Auslauf bestimmen, sehr nahe kommen. Die Auslauflinien bieten daher ein sicheres Mittel zur Bestimmung der einzelnen Reibungsanteile. Dabei kann aber nur der Teil der Auslauflinie benutzt werden, der praktisch genaue Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung zeigt, also der Bereich zwischen Nenndrehzahl und etwa 20 % derselben, während der untere Teil für ganz kleine Drehzahlen ausscheiden muß.

4. Entwicklung des Verfahrens zur Verlusttrennung.

Streckt man die Abszissen der berechneten Auslauflinien in Abb. 1 alle so, daß sie für eine bestimmte Bezugsdrehzahl, etwa für $^1/_4\, n_N$, alle denselben Wert erreichen, so erhält man Abb. 3. Man sieht daraus, daß der schärfste Unterschied zwischen den einzelnen Linien in der verschiedenen Neigung der Anfangstangente für n gleich der Nenndrehzahl n_N liegt. Die Verlusttrennung wird nun um so schärfer, je weiter die Bezugsdrehzahl von der Nenndrehzahl n_N entfernt liegt, denn um so mehr unterscheiden sich die Auslauflinien für verschiedene Lageranteile an den Gesamtverlusten. Daher ist als Bezugsdrehzahl immer $^1/_4\, n_N$ gewählt worden. Diese liegt weit genug von n_N entfernt, um eine scharfe Verlusttrennung zu ermöglichen, anderseits liegt sie noch mit

Abb. 3. Auslauflinien für verschieden große Lagerreibungsanteile, bezogen auf die Auslaufzeit bis $^1/_4\, n_N$.

Sicherheit im Gebiet der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung, so daß die Trennung auch mit Sicherheit durchgeführt werden kann.

Bei vielen Maschinen, insbesondere bei Asynchronmotoren, ist es nicht ohne weiteres möglich, die Drehzahl über die Nenndrehzahl hinaus zu steigern, das Anlegen der Tangente für die Nenndrehzahl n_N müßte daher am äußersten Punkte der gemessenen Auslauflinie geschehen, wo die Tangentenrichtung nicht mit genügender Sicherheit bestimmt werden kann. Für die Trennung der Lager- und Luftreibungsverluste wird daher folgendes Verfahren empfohlen:

Abb. 4.

Man zieht an die gemessene Auslauflinie die Tangente CT im Punkte C für n gleich $0{,}9\,n_N$ (Abb. 4), weiter zieht man die Parallele QA zur Abszissenachse für die Bezugsdrehzahl n gleich $^1/_4\,n_N$. Q ist die Projektion von C auf diese Waagerechte, A ihr Schnittpunkt mit der Auslauflinie. Das Verhältnis z gleich $\frac{QT}{QA}$, in dem QA von der Tangente CT geteilt wird, ergibt sich dann zu:

$$\frac{QC}{QT} = \left(-\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t}\right)_{\frac{n}{n_N}=0{,}9}$$

$$= \frac{K\,V_R}{\Theta\,n_N^2\,(\alpha+1)}\left\{\alpha\sqrt{\frac{n}{n_N}}+\left(\frac{n}{n_N}\right)^2\right\}_{\frac{n}{n_N}=0{,}9},$$

$$QT = QC\,\frac{\Theta\,n_N^2\,(\alpha+1)}{K\,V_R\,(\alpha\sqrt{0{,}9}+0{,}81)} = \frac{\Theta\,n_N^2}{K\,V_R}\,\frac{0{,}65\,(\alpha+1)}{\alpha\sqrt{0{,}9}+0{,}81},$$

$$QA = \frac{\Theta\,n_N^2}{K\,V_R}\left\{\underset{\alpha}{A}\left(\frac{1}{4}\right)-\underset{\alpha}{A}\left(\frac{9}{10}\right)\right\} = t_{1/4}-t_{9/10},$$

$$z = \frac{QT}{QA} = \frac{\alpha+1}{\alpha\sqrt{0{,}9}+0{,}81}\;\frac{0{,}65}{\underset{\alpha}{A}\left(\frac{1}{4}\right)-\underset{\alpha}{A}\left(\frac{9}{10}\right)}. \tag{7}$$

Abb. 5. Anteil der Lagerreibung, abhängig vom Tangententeilverhältnis $z = \frac{QT}{QA}$.

In Abb. 5 ist die Abhängigkeit des Lagerreibungsanteils vom Teilverhältnis $z = \frac{QT}{QA}$ aufgetragen. Für jedes nach diesem Verfahren aus der aufgenommenen Auslauflinie ermittelte Teilverhältnis des Tangentenschnittes z gleich $\frac{QT}{QA}$ kann man aus Abb. 5 unmittelbar den Anteil der Lagerreibung an der Gesamtreibung ablesen.

Dieses Verfahren, das wie alle Tangentenverfahren eine gewisse Unsicherheit in der Richtung der benutzten Tangente in Kauf nehmen muß, gestattet, den Anteil der Lagerreibungsverluste auf etwa 5 % genau schnell und mit Sicherheit zu bestimmen und dürfte damit für die meisten praktischen Zwecke genügen.

Wird in besonderen Fällen eine genauere Verlusttrennung gefordert, so muß das Tangentenverfahren verlassen und die Auslauflinie in ihrem ganzen Verlauf zwischen n_N und $\frac{1}{4}\,n_N$ herangezogen werden. Dies geschieht, indem man zunächst durch das beschriebene Tangentenverfahren den Lagerreibungsanteil angenähert bestimmt und dann die gesamte gemessene Auslauflinie in ihrem Verlauf mit der entsprechenden berechneten vergleicht. Der Vergleich erfolgt am besten mit einer einmalig nach Gl. (6) hergestellten Zahlentafel, wobei man zwischen benachbarten Lagerreibungsanteilen geradlinig interpolieren kann.

Dieses Vergleichsverfahren ist unabhängig von einer zufälligen Abweichung der gemessenen Auslauflinie an einem bestimmten Punkte, die etwa durch Umschalten des benutzten Drehzahlmeßgerätes entsteht und im Tangentenverfahren leicht zu Irrtümern führen kann. Es gestattet gleichzeitig ein Urteil darüber, ob die Auslauflinie in ihrem ganzen Verlauf richtig liegt oder, etwa durch auftretende Lagermängel, durch spärliche oder aussetzende Schmierung, gestört ist. Bei einwandfrei verlaufender Auslauflinie ist es damit möglich, den Lageranteil an der Gesamtreibung auf etwa 2 % genau mit Sicherheit schnell zu bestimmen.

5. Bestimmung des Schwungmomentes.

Zur Bestimmung des Schwungmomentes der umlaufenden Teile wird meist die Tangente für die Nenndrehzahl n_N an die Auslauflinie benutzt. Für diese gilt:

$$\left(-\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t}\right)_{n=n_N} = \frac{K\,V_R}{\Theta\,n_N^2},$$

$$\Theta = \frac{K\,V_R}{n_N^2\left(-\frac{\mathrm{d}\left(\frac{n}{n_N}\right)}{\mathrm{d}t}\right)_{n=n_N}}.$$

Auch hier macht sich wieder der Mangel aller Tangentenverfahren bemerkbar, daß die Richtung nicht mit großer Sicherheit bestimmbar ist.

Hat man aber die Verlusttrennung durch Vergleich der ganzen Auslauflinie durchgeführt und kennt daher mit Sicherheit den Lagerreibungsanteil, so ergibt sich aus der berechneten Auslauffunktion:

$$\underset{\alpha}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right) = \frac{K\,V_R}{\Theta}\,\frac{t}{n_N^2},$$

$$\Theta = \frac{K\,V_R\,t}{n_N^2\,\underset{\alpha}{A}\left(\frac{n}{n_N}\right)},$$

also für die Auslaufzeit $t_{1/4}$ zwischen n_N und $\frac{1}{4}\,n_N$ in s:

$$\Theta = \frac{K\,V_R}{n_N^2}\,\frac{t_{1/4}}{\underset{\alpha}{A}_{(1/4)}}. \tag{8}$$

Für das Schwungmoment GD^2 gleich $4\,g\,\Theta$, in kgm² gemessen, gilt daher, da die Konstante K den Wert 9300 hat:

$$GD^2 = 365\,000 \cdot \frac{V_R\,t_{1/4}}{n_N^2\,\underset{\alpha}{A}_{(1/4)}}. \tag{8a}$$

Der Wert $\underset{\alpha}{A}_{(1/4)}$ ist für die verschiedenen Lagerreibungsanteile in Abb. 6 aufgetragen, so daß man ihn nach durchgeführter Verlusttrennung sofort entnehmen kann.

Dieses Verfahren der Schwungmomentbestimmung ist dem Tangentenverfahren aus den gleichen Gründen an Sicherheit und Genauigkeit überlegen, die bei der Verlusttrennung dargelegt wurden. Selbstverständlich darf, wenn ausreichende Genauigkeit erzielt werden soll, die Bestimmung der Verluste selbst nicht als Einzelmessung durchgeführt werden, sondern als ausgeglichener Punkt in einer Meßreihe.

Abb. 6. Auslaufwerte $\frac{A}{\alpha}(^1/_4)$, abhängig vom Lagerreibungsanteil.

Das entwickelte Verfahren zur Trennung der Lager- und Luftreibung wird immer dann zu einwandfreien Ergebnissen führen, wenn die Voraussetzungen, die für die Grundgleichung gelten, erfüllt sind, in der Praxis also bei Maschinen ohne Bürstenreibung. Bei Gleichstrommaschinen, bei denen der große Anteil der Bürstenreibung erheblich stört, muß für den Auslaufversuch die überwiegende Mehrzahl der Bürsten abgehoben werden.

Bei größeren Synchronmaschinen muß man meist einen angekuppelten Antriebsmotor mit auslaufen lassen. Dies ist aber dann ohne großen Einfluß, wenn der Antriebsmotor um eine ganze Größenordnung oder mehr kleiner ist als die untersuchte Maschine, wie dies bei solchen Messungen meist der Fall ist.

Ist aber der mit auslaufende Antriebsmotor so groß, daß er die Auslauflinie wesentlich beeinflußt, so kann zur Verlusttrennung die Auslauflinie überhaupt nicht mehr benutzt werden, sondern nur die in Abhängigkeit von der Drehzahl gemessenen Verluste der untersuchten Maschine allein. Für die Ermittlung und Mittelwertbildung werden auch hier mit Vorteil die Annahmen zugrunde gelegt, daß die Lagerreibung mit der 1,5ten, die Luftreibung mit der dritten Potenz der Drehzahl steigt.

Zusammenfassung.

Ausgegangen wird von der Annahme, daß das Lagerreibungsmoment mit der Wurzel aus der Drehzahl und das Luftreibungsmoment mit dem Quadrat der Drehzahl veränderlich ist. Hieraus wird die Differentialgleichung der Auslauflinie aufgestellt, integriert und ausgewertet, und zwar für verschieden große Anteile der Lagerreibung an der Gesamtreibung. Die so berechneten Auslauflinien zeigen eine außerordentlich weitgehende Übereinstimmung mit den an ausgeführten Maschinen gemessenen. Hieraus wird ein einfaches Verfahren zur Verlusttrennnung und zur Bestimmung des Schwungmomentes abgeleitet.

Hochspannungs-Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampffüllung, ohne und mit Gittersteuerung.

Von Dr.-Ing. Werner Kluge, Berlin.

621. 314. 671

Übersicht. Die Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampffüllung verbreiten sich stetig über neue Anwendungsgebiete. Daher wird nachstehend ein Überblick über die bisherigen Erfolge der Praxis gegeben[1]). Die physikalischen Grundlagen und die technische Gestaltung der Gefäße sowie ihre praktische Bewährung werden beschrieben, die Anwendungsgrenzen der verschiedenen Baumuster gezeigt. Im ersten Teil der Arbeit werden Röhren ohne Steuergitter, im zweiten Teil solche mit Steuergitter behandelt.

a) Röhren ohne Steuergitter.

Die physikalischen Grundlagen bzw. -bedingungen, welche die Herstellung und den Betrieb von Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampffüllung bzw. Edelgasfüllung ermöglichen, sind unter Heranziehung älterer Erfahrungen von Wehnelt zuerst von Hull[2]) klar erkannt worden. Über die auf diesem Gebiete geleistete Entwicklungsarbeit wurde schon früher[3]) zusammenfassend berichtet. In dieser Zeitschrift sind diese Grundlagen bereits zusammenfassend dargestellt worden[4]).

Die genannten Gefäße haben eine Ventilfunktion zu erfüllen, d. h. sie sollen in der einen Richtung den Strom möglichst verlustlos hindurchlassen und in der anderen Richtung möglichst vollkommen sperren. Der Hochvakuum-Glühkathoden-Gleichrichter erfüllt diese Aufgabe nicht in vollem Maße: die Sperrung ist zwar befriedigend vollkommen, aber die Raumladung des Elektronenstromes führt zu einer allzu hohen Brennspannung und damit zu hohen Anodenverlusten. Diese gestalten den Gleichrichtevorgang unwirtschaftlich. Das kennzeichnende Merkmal der dampfgefüllten Gefäße ist nun darin zu sehen, daß die hohe Brennspannung auf wenige Volt herabgesetzt wird, die übrigen geforderten Eigenschaften aber in hohem Maße beibehalten werden. Die Brennspannung wird dadurch herabgesetzt, daß die aus der Kathode austretenden Glühelektronen den Fülldampf ionisieren. Die gebildeten Ionen wandern in die vor der Kathode befindliche Elektronenwolke hinein und kompensieren deren Raumladung. Im Quecksilber gibt uns die Natur glücklicherweise ein Metall, dessen dampfförmiger Zustand in den praktisch vorkommenden Temperaturbereichen ausreichend dicht ist und daher genügend Ionen zu liefern vermag. Besitzt das Bodenquecksilber der Röhre eine bestimmte Mindesttemperatur, so ist die Dampfdichte ausreichend und die geforderte sogen. „lichtbogenähnliche" Entladung kann mit einer Brennspannung von nicht mehr als 20 V aufrechterhalten werden (s. unten!). Bei zu tiefer Temperatur tritt infolge des entsprechend geringeren Sättigungsdruckes Ionenmangel ein: Die Brennspannung überschreitet dann die erlaubte Grenze. Bei zu hoher Temperatur ist zwar die niedrige Brennspannung gesichert, dagegen ist aber die Sperrwirkung gefährdet. Der Quecksilberdampfdruck wird hier zu groß, und man nähert sich der Möglichkeit, daß in der Sperrphase eine Glimmentladung entsteht, die in die Bogenentladung, auch Rückzündung genannt, übergehen kann. Für die richtige Arbeitsweise der Gefäße ist es daher notwendig, daß sie nur in den vorbestimmten Bereichen der äußeren Umgebungs-

---

[1]) Mitteilung der AEG-Apparatefabriken Berlin-Treptow (Stand: Oktober 1935).
[2]) A. W. Hull, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 47 (1928) S. 755.
[3]) W. Petersen, Forschung und Technik, S. 395 bis 405 (Beitrag von H. Simon), Berlin: J. Springer 1930. — A. Gehrts, Z. techn. Physik 13 (1932) S. 302.
[4]) A. Glaser, ETZ 52 (1931) S. 829.

temperatur benutzt werden. Diese liegt bei den gebräuchlich gewordenen Gefäßen in der Regel zwischen 15 und 35 ° C. Für die Vermeidung von Rückzündungen ist weiter durch bauliche Maßnahmen gesorgt. Die Anode ist der Kathode so stark genähert, daß für die Ausbildung und Unterhaltung einer Glimmentladung, die der Bogenentladung immer vorausgeht, nicht genügend Raum zur Verfügung steht[5]). Der Höchstwert der ohne Inkaufnahme anderer Nachteile mit Sicherheit erreichbaren Sperrspannung liegt bei etwa 30 kV (Scheitelwert).

Die Zündung der lichtbogenähnlichen Entladung in der Vorwärtshalbperiode zwischen glühender Kathode und Anode besagt, daß bei der betreffenden Spannung der bereits fließende Vorstrom, der Elektronen und Ionen enthält, durch den lawinenartigen Anstieg der Ladungsträgerbildung außerordentlich stark anwächst. Der positive Ionenstrom kompensiert die Raumladungswirkung des Elektronenstromes und läßt die niedrige Brennspannung entstehen. Der Strom im äußeren Kreis muß durch Widerstände begrenzt werden, damit er nicht ins Ungemessene wächst. Der höchstzulässige Strom darf nicht größer sein, als der Sättigungsstrom der Kathode im Hochvakuum betragen würde. Andernfalls müssen zusätzliche Elektronen durch Stoß in der Entladungsbahn gebildet werden. Das aber führt zu einer Erhöhung der Brennspannung, was im Interesse einer langen Kathodenlebensdauer vermieden werden muß.

Die Glühkathoden gehören dem Typ der Oxydkathoden[6]) an, welche eine Arbeitstemperatur von 850 bis 900 ° C besitzen. Die vorliegenden Gefäße werden direkt oder indirekt geheizt. Die direkt geheizte Kathode hat eine hohe spezifische Heizleistung und eine kleine Anheizzeit. Für die indirekt geheizte Kathode gilt in groben Zügen das Umgekehrte. Die Kathode ist mit einer Bariumoxydschicht versehen, welche nach vollzogener Formierung für eine kräftige Elektronenemission sorgt. Die glühende Kathodenoberfläche unterliegt wie alle glühenden Körper im Vakuum einer thermischen Zerstäubung. Der Druck des Fülldampfes wirkt diesem Vorgang entgegen. Außerdem ist die Oberflächenschicht der Kathode durch den dauernden Aufprall positiver Ionen im Betrieb einer Zerstäubung durch Ionenstoß ausgesetzt.

Nach Hull und seinen Mitarbeitern findet ein innerhalb kurzer Zeiten merklicher Abbau der emittierenden Kathodenoberfläche statt, wenn die positiven Quecksilberionen eine Spannungsdifferenz von mehr als 22 V durchlaufen. Die an neuzeitlichen Röhren auftretende Brennspannung liegt hiervon genügend weit entfernt, nämlich zwischen 8 bis 15 V, sofern die Umgebungstemperatur die geforderte Mindesthöhe nicht unterschreitet.

Das kennzeichnende Merkmal der dampfgefüllten Glühkathodenröhre ist zusammenfassend darin zu sehen, daß die Glühelektronen nach Austritt aus der Kathode infolge der günstigen Dampfdruckverhältnisse des Quecksilbers genügend Ionen bilden können, welche die Raumladung des Glühelektronenstromes kompensieren. Damit wird je nach Bauart eine im Vergleich zur Hochvakuumröhre um zwei bis drei Zehnerpotenzen kleinere Brennspannung herbeigeführt und ein guter Wirkungsgrad für die Gleichrichtung des Wechselstromes ermöglicht.

b) Technische Ausführungsformen und Anwendungen.

Eine kleine Röhre, deren Leistung bereits eine große Reihe praktischer Anforderungen erfüllen kann, ist in Abb. 1 a dargestellt. Das Gefäß vermag eine Spannung von 7500 V zu sperren und 0,6 A Scheitelstrom zu liefern. Die Anheizzeit beträgt 10 s. Die gesamten elektrischen Daten der Röhre sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Bei Einhaltung der geforderten äußeren Temperaturgrenzen können für dieses Gefäß Lebensdauern von mehreren tausend Stunden erreicht werden. Das bei bewegten

Zahlentafel 1. Elektrische Daten*) für Glühkathodenröhren (Röhren ohne Gitter).

Sperrspannung (max) V	max. Anodenstrom A	Spannungsabfall V	Heizspannung V	Heizstrom etwa A	Anheizzeit min	Kath.-Heizung
7 500	0,6	8 ··· 15	2,5	5	0,2	direkt
7 500	2,5	8 ··· 15	5	10	0,5	,,
20 000	5	8 ··· 15	5	19	1	,,
30 000	5	8 ··· 15	5	19	2	,,
20 000	10	8 ··· 15	5	24	2	,,
20 000	40	8 ··· 15	5	20	5	indirekt

*) Alle angegebenen Werte werden bei einer Raumtemperatur zwischen +15° und +35° C mit Sicherheit erreicht.

Röhren auf die Anode oder in deren Höhe gelangende flüssige Quecksilber ist bei Sperrspannungen bis zu 6 kV nicht imstande, Rückzündungen einzuleiten. Auch Drehungen des Gefäßes um eine beliebige Achse vermögen die Betriebssicherheit nicht ungünstiger zu gestalten[7]). Das nächstgrößere Gefäß für 7,5 kV Sperrspannung und 2,5 A Scheitelstrom ist in Abb. 1 b dargestellt. Die Kathode ist als längsgestellte Doppelwendel ausgeführt[8]). Die Anheizzeit der Kathode ist hier bereits größer als bei der obengenannten Type, nämlich 30 s. Nach Ablauf dieser Zeit kann die Anodenspannung eingeschaltet werden. Die Anheizzeit gibt also nicht nur die Zeitspanne für die Erreichung der Kathodenbetriebstemperatur an, sondern schließt die Bildung eines ausreichenden Quecksilber-

Abb. 1 a. Gleichrichterröhre für 7,5 kV Sperrspannung und 0,6 A max. Anodenstrom.

Abb. 1 b. Gleichrichterröhre für 7,5 kV Sperrspannung und 2,5 A max. Anodenstrom.

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Röhrenfußtemperatur und des Spannungsabfalles bei —20° C Außentemperatur an der Röhre Abb. 1 b (Anodenspannung 220 V).

[5]) A. Güntherschulze, Z. Physik 61 (1930) S. 1 u. 581.
[6]) Siehe hierüber H. Simon: Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 13, Teil II; Leipzig: Akad. Verlagsges. m. b. H. 1928.

[7]) Versuche dieser Art wurden an diesen Röhren auf Anregung der Herren Dr. Kühle und Dr. Prinz von Telefunken durchgeführt.
[8]) Diese Art des Kathodenaufbaus wurde im AEG-Forschungsinstitut entwickelt

dampfdruckes mit ein. In Sonderfällen sind zur Klärung der Verhältnisse entsprechende Messungen durchzuführen. In Abb. 2 ist z. B. eine solche Messung wiedergegeben über den zeitlichen Verlauf der Röhrenfußtemperatur und des Spannungsabfalles für den ungewöhnlichen Fall einer nahezu konstanten Außentemperatur von etwa — 20 ° C (strömende Luft). Die Temperatur am Fuß der Röhre steigt vom Zeitpunkt des Einschaltens der Kathodenheizung stetig an. Der Spannungsabfall sinkt, nachdem ein ausreichender Dampfdruck die Zündung ermöglicht hat, gleichzeitig etwa in einer e-Funktion ab und erreicht nach 10,5 min den Wert von 20 V, der für den Dauerbetrieb der Röhre ohne Schaden für die Kathode wenigstens gefordert werden muß.

Ein größeres Gefäß für 20 kV Sperrspannung und 40 A Scheitelstrom ist z. B. in Abb. 3 dargestellt. Als bauliches Merkmal dieser Röhre ist anzuführen, daß die Anode eine glockenförmige Gestalt besitzt und als solche die Kathode von oben her umschließt. Diese Bauart wurde im Prinzip erstmalig von A. W. Hull[9]) angegeben. Die Kathode ist direkt geheizt und besitzt bei gleichzeitig hoher spezifischer Emission eine ausgesprochen kleine Anheizzeit. Sie ist von einem metallischen Zylinder umgeben. Dieser vermindert die Wärmeabstrahlung und sorgt im Zusammenwirken mit der Glockenanode dafür, daß die Bogenentladung, insbesondere ihre Zündung, gegen äußere Beeinflussungen, z. B. Wandladungen und fremde Felder, vollkommen abgeschirmt ist. Die Röhren zeichnen sich durch eine sehr niedrige Brennspannung aus. Diese stellt sich nach einigen Minuten Betrieb konstant ein, weil dann erst die Temperaturverteilung im Rohr stationär geworden ist. Welchen Verlauf die Brennspannung nach Ablauf der für die Kathode geforderten Anheizzeit von 1 min nehmen kann, geht aus Abb. 4 hervor. Im allgemeinen durchlaufen die Kurven ein Minimum und streben über ein anschließendes Maximum einem konstanten Endwert zu. Das Minimum mag von einem kräftigen Wegdampfen des Quecksilbers von den zuerst heißwerdenden Teilen der Röhre herrühren, das sich beim Erkalten vom letzten Betrieb her dort kondensiert hatte. Nach Abschluß dieses Teilvorgangs steigt der Spannungsabfall wieder an und sinkt erst dann wieder, wenn inzwischen genügend Wärme durch Leitung und Strahlung dem Bodenquecksilber zugeführt worden ist.

Abb. 3. Gleichrichteröhre für 20 kV Sperrspannung und 40 A max. Anodenstrom.

Abb. 4. Zeitlicher Verlauf der Brennspannung nach Ablauf der Kathoden-Anheizzeit an der Röhre Abb. 3.

[9]) A. W. Hull, Gen. electr. Rev. 32 (1929) S. 213.

Die gezeigten Gefäße sind auffallend klein und handlich. Die geringe Entfernung der Kathode vom Bodenquecksilber ermöglicht die kleine Anheizzeit. Gleichzeitig führt sie aber auch zu einer entsprechend hohen Endtemperatur des Bodenquecksilbers und damit zu der ihr zugeordneten Sperrspannung von 20 kV. Bei künstlicher Kühlung des Bodenquecksilbers gelingt es, die Sperrspannung, welche in erster Linie von der Temperatur des Quecksilbers bestimmt wird, sinngemäß heraufzusetzen (Abb. 5). Besondere Ausführungsformen von Röhren arbeiten jedoch auch ohne künstliche Kühlung bei 30 kV und mäßigen Strömen betriebssicher (s. Zahlentafel 1). Bei der in Abb. 3 dargestellten Röhre wurde auf eine besonders hohe Sperrspannung verzichtet, und zwar mit Rücksicht auf die in der Praxis geforderte möglichst kleine Anheizzeit. Die Gefäße haben überdies in der Rundfunksendetechnik zum Speisen der Senderöhren meist Spannungen von 10 bis 15 kV zu erzeugen[10]). In der angewendeten Dreiphasen-Graetzschaltung haben sie dann maximal rd. 11 bis 16 kV zu sperren, so daß im Interesse einer schnellen Betriebsbereitschaft in Verbindung mit der Erreichung hoher Lebensdauern des Gefäßes eine Abstimmung der Gefäßausmaße auf 20 kV Sperrspannung im allgemeinen als ausreichend befunden wurde.

Abb. 5. Kennzeichnender Verlauf des Maximalwertes der Sperrspannung als Funktion der Hg-Temperatur. (Röhre und Messung nach Hull.)

Abb. 6. Vergleichende Gegenüberstellung zweier verschiedener Röhrenbauarten bei gleicher Strombelastung. Linke Röhre mit „offenem“, rechte Röhre mit „geführtem“ Lichtbogen.

Die Gefäße bewährten sich u. a. in den deutschen Rundfunksendeanlagen Königs-Wusterhausen, Flensburg, Stettin, Nauen, Trier, Koblenz, Zeesen sowie in zwei Fernsehzügen der Deutschen Reichspost. Sie sind zum Teil bisher 9000 h in Betrieb und arbeiten jetzt noch vollkommen einwandfrei. Sie gewährten insbesondere die dort stark erwünschte Rückzündungssicherheit in vollem Maße.

[10]) Hans-J. Zetzmann, ETZ 55 (1935) S. 215; K. Großmann u. W. Kluge, AEG-Mitt. (1934) S. 254.

Von Interesse mag sein, wie sich rein äußerlich die eben beschriebenen Gefäße gegenüber der älteren Bauart mit sog. offenen Lichtbogen im Betrieb verhalten. In Abb. 6 sind die beiden Gefäße mit „offenem" und mit „geführtem" Lichtbogen bei gleicher Strombelastung vergleichsweise gegenübergestellt. Das Plasma der Bogenentladung ist beim zweiten Gefäß mit geführtem Lichtbogen nicht mehr zu sehen, allenfalls einige Reflexe vom inneren Glockenraum der Anode her nach dem Kathodenzylinder. Die Entladung ist nur von unten her direkt sichtbar.

Alle elektrischen Daten der besprochenen und sonst vorhandenen Hochspannungsröhren ohne Steuergitter sind in Zahlentafel 1 übersichtlich zusammengestellt. Wie schon erwähnt, erzielt man für die besprochenen Röhrentypen Lebensdauern, die den gestellten Anforderungen durchaus gerecht werden. Hierzu ist vor allem notwendig, daß die Röhren nicht überlastet werden, oder daß gelegentliche kurzzeitige Überlastungen nicht in einen Dauerzustand übergehen. Bei richtigem Gebrauch der Röhren bleibt die Brennspannung bei konstanter äußerer Temperatur in der Regel nahezu konstant und steigt erst dann an, wenn die Kathode ihre Emission zu verlieren beginnt. Dieser Vorgang spielt sich im Verhältnis zur Gesamtlebensdauer der Kathode in einer relativ kurzen Zeit ab (Abb. 7). Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß es eine Frage des Bedarfes ist, daß sich den geschilderten Typen noch weitere mit größerer Leistung hinzugesellen. *(Schluß folgt.)*

Abb. 7. Mittlerer Verlauf der Brennspannung während der Gesamtlebensdauer einer Röhre bei konstanter äußerer Temperatur (schematische Darstellung, *P* kritischer Punkt).

Fernsteueranlage Priesterweg der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Dipl.-Ing. K. Keller, Berlin.

621. 398 : 621. 332 : 621. 316. 265

Übersicht. Die zur Stromversorgung der Berliner S-Bahn dienenden Gleichrichterwerke wurden um das Gleichrichterwerk Priesterwerk vermehrt. In kurzen Zügen werden der Aufbau und die Arbeitsweise von Fernsteuereinrichtungen im allgemeinen sowie die Einrichtung Priesterweg als auch deren Umfang im besonderen beschrieben.

Die Stromversorgung der Berliner Stadt- und Ringbahn erfolgt durch eine größere Anzahl unbesetzter Gleichrichterwerke — es waren beim 1. Ausbau im Jahre 1927/28 31 Werke —, die von 4 Befehlsstellen aus fernbedient werden. Ebenso wie die Unterwerke des 1. Ausbaues werden auch die inzwischen für die Elektrisierung der Wannseebahn errichteten Unterwerke ferngesteuert. Auf Grund der guten Erfahrungen der Reichsbahn mit den unbesetzten, fernbedienten Gleichrichterwerken bleibt auch das jetzt in Verbindung mit dem Bau der Nord-Süd-S-Bahn errichtete Gleichrichterwerk Priesterweg unbesetzt und wird mit entsprechenden Einrichtungen ferngesteuert.

Die Befehlsstelle liegt in der etwa 4 km entfernten Schaltwarte Schöneberg, von der bereits der größte Teil der Werke der Wannseebahn fernbedient wird. Die Abb. 1 gibt einen Überblick über die zur Zeit mit diesen Fernsteuereinrichtungen ausgerüsteten Gleichrichterwerke der Berliner S-Bahn wieder.

Abb. 1. Ferngesteuerte Gleichrichterwerke der Berliner S-Bahn.

Die Fernsteuereinrichtung für die Anlage Priesterweg arbeitet nach dem Schrittschaltersystem, nach dem auch viele seit geraumer Zeit gelieferten Fernsteueranlagen ausgeführt sind[1]). Die Bauteile der Fernsteuerung, Schrittschaltwerke und Relais, sind der Fernsprechtechnik entnommen, also durch die jahrelangen Betriebserfahrungen auf diesem Gebiet bis zu großer Vollkommenheit durchgebildet. Die Zuverlässigkeit der Bauteile wird durch einen Schaltungsaufbau ergänzt, der die Gewähr dafür gibt, daß Fehlsteuerungen und Fehlmeldungen ausgeschlossen sind. Jeder Befehl und jede Stellungsmeldung wird vor ihrer endgültigen Durchführung einer Kontrolle auf richtige Auswahl der Schalter unterworfen. Erst nachdem die richtige Auswahl bestätigt ist, erfolgt der Schaltbefehl bzw. die Stellungsmeldung.

Auswahlkontrolle und Durchgabe des endgültigen Befehls bzw. der Stellungsmeldung werden selbsttätig nacheinander ohne menschliche Einwirkung durchgeführt. Hierdurch wird eine hohe Meldegeschwindigkeit erreicht. Für den Fall daß die Kontrolle eine falsche Auswahl ergeben sollte, wird die Vorbereitung aufgehoben, die Durchführung der eingeleiteten Befehle bleibt bis zu einem neu erteilten Befehl gesperrt; die Meldungen werden selbsttätig wiederholt.

[1]) Siehe ETZ 54 (1933) S. 1171. Siemens-Z. 15 (1935) S. 319.

Da der Platzbedarf der Fernsteuereinrichtungen gering ist, wird der nur in beschränktem Umfange zur Verfügung stehende Raum gut ausgenutzt. Die Abb. 2 zeigt z. B. die zwischen den Gleisen von Fern- und Vorortstrecken liegende Kuppelstation „Potsdamer Bahnhof" der Wannseebahn. Der einzige Raum dieses Gebäudes, mit den Innenmaßen 8,80 · 4,25 m, enthält 18 Kuppelschalter und die Fernsteuer- und Stellungsmeldeeinrichtungen für diese Schalter.

a Stromversorgungsgerät *b* Schrittschaltereinrichtung *c* Relaistafel *d* 18 Schalterzellen

Abb. 2. Kuppelstation „Potsdamer Bahnhof", zwischen den Gleisen gelegen.

Für die Fernsteuerung und Stellungsmeldungen sämtlicher Schalter zwischen Befehlsstelle und Unterwerk Priesterweg wird ein Aderpaar eines Signalkabels belegt. Die Übertragung erfolgt mit Wechselspannung 50 Hz. Fällt diese aus, so tritt eine Ersatzschaltung in Tätigkeit, die entsprechend umgeformte Gleichstromstöße liefert. Die Schrittschaltereinrichtung in den Werken selbst wird mit Gleichspannung 24 V gespeist, damit sie vom Wechselstromnetz unabhängig ist. Die Fernsteuereinrichtungen sind außerdem mit einer Leitungsüberwachung ausgerüstet, die Unterbrechungen der Fernleitung umgehend der Besetzung in der Befehlsstelle anzeigt.

In dem Gleichrichterwerk Priesterweg werden sämtliche Drehstromleistungsschalter, Gleichrichter- und Streckenschnellschalter sowie die Streckenumschalter — beim endgültigen Ausbau insgesamt 28 Schalter — ferngesteuert und ihre Stellungen rückgemeldet. Ebenso werden die Stellungen von 26 30 kV-Trennschaltern nach der Befehlsstelle gemeldet. Mit der Fernsteuereinrichtung wird ferner eine Prüfung der 6 abgehenden Strecken auf Kurzschluß durchgeführt. Zu diesem Zweck wird der Prüfschalter jeder Strecke vor Einlegen des Schnellschalters mehrmals selbsttätig ein- und ausgeschaltet und die Größe des „Prüfstromes" nach der Befehlsstelle Schöneberg übermittelt. Diese Kurzschlußprüfung mit Fernübertragung wurde erstmalig bei der Wannseebahn ausgeführt.

Ferner wird die einwandfreie Arbeitsweise der Gleichrichter, ihrer Umspanner und Hilfsbetriebe überwacht. So werden die Umspanner- und Gleichrichtertemperatur, das Gleichrichtervakuum, die Vakuumpumpe selbst, die Gitterspannung der Gleichrichter, die Druckluftanlage usw. ständig geprüft.

Bei den Überwachungsmeldungen wird zwischen Warn- und Blockiermeldungen unterschieden. Warnmeldungen kennzeichnen Störungen in der Anlage, die eine Weiterführung des Betriebes mit dem betreffenden Gleichrichtersatz noch während einer gewissen Zeit zulassen, die Blockiermeldungen werden bei solchen Störungen gegeben, die sofortige Abschaltung des betreffenden Gleichrichters erforderlich machen. Bei einer solchen Störung bleibt die Wiedereinschaltung des Gleichrichters bis zur Behebung des Fehlers gesperrt.

Zur Ergänzung der Überwachung des Unterwerkes können außerdem die wichtigsten Meßwerte abgefragt werden. Besondere Bedeutung kommt dem Vakuum der Gleichrichter zu. Daher wird durch Anwahl mittels der Fernsteuereinrichtung die Größe des Vakuums jedes Gleichrichters von dem Unterwerk nach der Befehlsstelle übermittelt. Die Messung des Streckenprüfstromes der 6 abgehenden Strecken wurde bereits erwähnt. Die Größe der Gleichspannung 800 V wird ebenfalls auf Anwahl übertragen. Der Wert der Gesamtbelastung des Gleichrichterwerkes wird dauernd übermittelt und auf einem Tintenschreiber in Schöneberg aufgezeichnet. Für sämtliche Messungen stehen zwei Aderpaare zur Verfügung.

Das Gleichrichterwerk ist zur Zeit nur mit 3 von 4 Gleichrichtersätzen je 3000 A Nennstrom und den entsprechenden Schaltern belegt. Die Fernsteuereinrichtung ist jedoch bereits jetzt für den endgültigen Umfang des Werkes ausgelegt. Die Fernsteueranlage läßt sich außerdem jederzeit in einfacher Weise durch Hinzufügen normaler Bauteile erweitern.

Zusammenfassung.

Das Gleichrichterwerk Priesterweg stellt ein neues Glied in der umfangreichen Anlage unbesetzter ferngesteuerter Gleichrichterwerke der Berliner S-Bahn dar. Bei geringem räumlichen Platzbedarf und einem Kleinstmaß an Übertragungsleitungen ermöglicht die Fernsteuereinrichtung, alle für den vielgestaltigen Betrieb erforderlichen Schalthandlungen, Stellungs- und Überwachungsmeldungen sowie Meßwertübertragungen zuverlässig durchzuführen. Die Fernsteuereinrichtung des Gleichrichterwerkes Priesterweg ist seit etwa einem Jahr in Betrieb und arbeitet zur vollkommenen Zufriedenheit.

Mehrere stabile Gleichgewichtszustände bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator.

Von Korvettenkapitän M. A. (E) E. Aretz VDE, Flensburg-Mürwik.

538. 551

Übersicht. Bei den bekannten Untersuchungen der Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator konnten bisher innerhalb eines bestimmten Bereiches für eine angelegte Spannung immer nur zwei stabile Gleichgewichtszustände beobachtet werden. Im folgenden wird ein Versuchsverfahren beschrieben, durch das sich drei und teilweise auch vier stabile Gleichgewichtszustände dauernd einstellen lassen.

Die eigentümlichen Resonanzerscheinnungen, die in Wechselstromkreisen bei Anwesenheit von Eisendrossel und Kondensator auftreten, wurden 1907 erstmalig von Bethenod beobachtet. In Deutschland wurde die erste eingehende theoretische und praktische Untersuchung im Jahre 1910 von Martienssen[1]) veröffentlicht. Seitdem sind über diesen Gegenstand noch zahlreiche Untersuchungen angestellt und Abhandlungen verfaßt worden. Aus jüngster Zeit ist eine umfangreiche Arbeit von Rouelle[2]) zu nennen, die sich durch besondere Gründ-

[1]) Martienssen, Physik. Z. 11 (1910) S. 448.

[2]) E. Rouelle, Rev. gén. Electr. 36 (1934) S. 715, 763, 795, 841; Bericht in ETZ 57 (1936) H. 2, S. 45.

lichkeit auszeichnet. Alle Arbeiten berichten übereinstimmend, daß durch Versuch und Messung für eine angelegte Spannung zwei Stromstärken festgestellt werden konnten, und zwar eine niedrige und eine um ein Mehrfaches höhere Stromstärke. Zwischen diesen beiden Werten liegt noch eine dritte Stromstärke, die jedoch bisher nur theoretisch bestimmt werden konnte. Dieser dritte Wert wird von allen Verfassern als labil und als nicht dauernd einstellbar geschildert. Rouelle beobachtete einen dritten Wert der Stromstärke bei seinen oszillographischen Untersuchungen jedoch nur für den kurzen Zeitraum von etwa 3 bis 5 Perioden. Auch er betont besonders, daß sich ein dritter Wert als Dauerzustand nicht erzielen läßt.

Abb. 1. Schwingungskreis mit Eisendrossel.

Abb. 2. Strom-Spannungs-Kennlinie des Schwingungskreises.

Diese Tatsache liegt zum großen Teil wohl in dem — man könnte sagen — „klassischen" Untersuchungsverfahren, das von allen Verfassern zur Messung der Effektivwerte angewandt wurde. Man legt hierbei (Abb. 1) Spule und Kondensator in Reihe an eine Wechselspannung U, die man durch einen Generator, Regeltransformator oder Spannungsteiler beliebig regeln kann. (Bei Verwendung eines Spannungsteilers werden die charakteristischen Erscheinungen stark beeinflußt und treten bei zu großem Eigenwiderstand des Teilers überhaupt nicht auf!) Beim Heraufregeln der Spannung steigt der Strom (Abb. 2) zunächst in einem gewissen Gleichmaß bis zum Punkt A. Erhöht man hier die Spannung nur um einen winzigen Betrag, so springt der Strom plötzlich auf einen viel höheren Wert — Punkt B. Mit diesem Sprung sind auch die Teilspannungen U_L und U_C hinaufgeschnellt, und zwar U_C auf einen größeren Wert als U_L; vor dem Sprung war U_L größer als U_C. Bei der kritischen Spannung U_k — der sog. Kippspannung —, bei der der Sprung — das Kippen — eintritt, können also zwei Werte der Stromstärke und auch zwei Werte für die Spannungen U_L und U_C, also zwei Gleichgewichtszustände, bestehen. Wird die angelegte Spannung über U_k hinaus weiter vergrößert, so steigt auch der Strom bis zum Punkte C und weiter. Beim Herunterregeln der Spannung tritt bei Erreichen des Punktes B nicht etwa ein Kippen in den Zustand A ein, sondern ein derartiges Rückkippen erfolgt erst bei Erreichen des Punktes D. Bei der hier erreichten kritischen Spannung U_k' springt der Strom plötzlich wieder auf einen kleineren Wert, der dem Zustand E entspricht. Gleichzeitig springen auch die Teilspannungen wieder auf kleinere Werte, und zwar ist jetzt die Spannung an der Spule wieder größer als die Spannung am Kondensator. Bei weiterem Herunterregeln der Spannung deckt sich die Kurve mit der Linie O—E. Bei dieser Art des Versuchs treten für eine kritische Spannung immer nur zwei Gleichgewichtszustände auf. U_k und U_k' sind die eigentlichen Kippspannungen; sie sind durch die Induktivität und Kapazität des Kreises sowie durch die Frequenz und Form des Stromes bestimmt. Das punktiert dargestellte Kurvenstück A—D stellt nach den übereinstimmenden Angaben mehrerer Verfasser den Verlauf der Strom-Spannungs-Kennlinie dar, der sich aus den theoretisch bestimmten, labilen und nicht einstellbaren Werten ergibt. Die beiden Gleichgewichtszustände, die sich verwirklichen lassen, treten, wie Abb. 2 zeigt, nicht nur bei den Kippspannungen U_k und U_k' auf, sondern bei allen zwischen diesen liegenden Spannungen; so können z. B. bei der Spannung U_1 die Zustände F und G bestehen. Für diese Zwischenspannungen erfolgt der Übergang von der niedrigen zur hohen Stromstärke bei dem geschilderten Untersuchungsverfahren nicht plötzlich und sprunghaft, sondern nur durch Herauf- und Herunterregeln der anliegenden Spannung über den Wert U_k, d. h. also über die Zustände A und B.

Schaltet man den Stromkreis bei der Spannung U_1 ein, so stellt sich entweder der Zustand F oder der Zustand G ein. Diese Erscheinung ist bei allen Spannungen von U_k' bis U_k zu beobachten. Zu welchem der beiden Zustände der Einschwingungsvorgang führt, hängt für einen bestimmten Stromkreis bei konstanter Spannung, Frequenz und Stromform von drei Faktoren ab: 1. von der Stärke und Richtung des Restmagnetismus der Eisendrossel, 2. von der Größe und Richtung der verbliebenen Kondensatorspannung und 3. vom Zeitpunkt des Einschaltens innerhalb der Periode. Um den Einfluß dieser drei Faktoren auf den Einschaltvorgang erkennen zu können, hat Rouelle seine Versuche so durchgeführt, daß er vor jeder oszillographischen Aufnahme des Einschwingvorganges die drei Faktoren auf gewünschte Werte einstellen konnte. Nach jeder Aufnahme entmagnetisierte er den Kern der Drossel und magnetisierte ihn mittels einer Gleichstromquelle in gewünschter Stärke und Richtung. Ebenso wurde der Kondensator jedesmal wieder entladen und mittels Gleichstroms auf die gewünschte Spannung gebracht. Eingeschaltet wurde durch einen kreisenden Zapfen, der von einem Synchronmotor angetrieben wurde; der Zapfen schlug einen in seinen Bereich gebrachten Hebelschalter zu. Durch Verstellen des Zapfens konnte somit der Zeitpunkt des Einschaltens innerhalb der Periode genau eingestellt werden. Die photographische Trommel des Oszillographen konnte je nach der eingestellten Drehzahl 10 bis 15 Perioden aufnehmen. Rouelle beobachtete bei seinen zahlreichen Untersuchungen, wie schon erwähnt, mehrmals einen dritten Zustand, der jedoch nur während der Dauer weniger Perioden bestehen blieb, sich also als sehr unstabil erwies. In diesen Fällen zeigten die Oszillogramme (Abb. 3) für

Abb. 3. Oszillogramme der Spannungen U, U_L und U_C für die ersten zehn Perioden nach dem Einschalten des Stromkreises: Spule mit 4 · 100 Windungen parallel, Kernquerschnitt 49 cm², mittlere Kernlänge 840 mm; Kondensator 150 µF; U = 46,6 V; f = 50 Hz. Nach Rouelle.

einen bestimmten Stromkreis und bei gleichen Anfangsbedingungen nach der eigentlichen Einschwingung, die innerhalb zweier Perioden beendet war, während der Dauer von etwa 4 bis 5 Perioden für die Kurven U, U_L und U_C genau gleichen Verlauf und gleiche Amplituden. Nach diesen 4 bis 5 Perioden springen die Amplituden von U_L und U_C ohne erkennbare Ursache einmal auf höhere und einmal auf niedrige Werte, wobei auch eine Formänderung eintritt. Rouelle schreibt dazu: „Es handelt sich hier also ganz ohne Zweifel um den Zwischenzustand, der zwar in der Theorie bekannt ist, der aber noch niemals beobachtet wurde."

Ein sprunghafter Übergang von einem Dauerzustand in den anderen wurde bei dem eingangs beschriebenen Versuchsverfahren nur bei den Spannungen U_k und U_k' erzielt. Bei U_k erfolgte der Sprung immer nur in der Richtung von A nach B und bei U_k' immer nur in der Richtung von D nach E. Durch die nachstehend beschriebene — grundsätzlich schon bekannte[3]) — Versuchsanordnung erzielt man ein Kippen in jeder Richtung und innerhalb des gesamten Bereiches zwischen U_k und U_k'. Das Kippen wird hierbei durch eine „magnetische Erschütterung" hervorgerufen. Bei diesem Versuchsverfahren gelang es auch, in dem der Messung bisher unzugänglichen Gebiet dritte Gleichgewichtszustände dauernd einzustellen und die zugehörigen Effektivwerte zu messen.

Abb. 4. Versuchsanordnung zur Erzielung des Kippens durch magnetische Erschütterungen.

Die bei den Versuchen benutzte Anordnung ist in Abb. 4 dargestellt. Als Drosselspule wurde meistens ein „Tramag-Stufentransformator"[4]) verwandt, der hierbei teilweise als feinstufig regelbare Induktivität geschaltet wurde. Das wirksame Eisen dieses nach der Kerntype gebauten Transformators wog 6,6 kg, das wirksame Kupfer 3,2 kg. Bei einem Kernquerschnitt von 20,25 cm² betrug die mittlere Kernlänge 472 mm. Die Primärwicklung bestand aus 2 · 300 Windungen mit einem Drahtquerschnitt von 1 mm², die Sekundärwicklung aus 8 Teilwicklungen von insgesamt 330 Windungen mit 2 mm². Als veränderlicher Kondensator diente eine Batterie aus parallelgeschalteten Becherkondensatoren mit einer Gesamtkapazität von 80 µF. Die magnetischen Stöße wurden durch vorübergehenden Kurzschluß eines Teiles oder aller als Drosselspule geschalteten Windungen erzeugt, oder es wurden einige nicht als Drosselspule geschaltete Windungen — wie gezeichnet — durch die Taste T kurzgeschlossen. Zum Messen der schwachen Ströme diente ein durch die Ruhestromtaste T_A überbrückter Hitzdrahtstrommesser. Die starken Ströme wurden ebenfalls durch einen Hitzdrahtstrommesser gemessen. Als Spannungsmesser wurden gute neuzeitliche Weicheisengeräte benutzt, die durch die Schalter S_1 bis S_3 nach Bedarf angelegt werden konnten. Durch zahlreiche Vergleichsmessungen, die teils mit einem statischen Spannungsmesser (Multizellularvoltmeter von H & B), teils mit einem Thermo-Spannungsmesser ausgeführt wurden, konnte festgestellt werden, daß die Weicheisengeräte immer hinreichend genau anzeigten. Bei der starken Verzerrung der Spannungsform, die bei den starken Strömen auftritt (Abb. 7 d), zeigten die Weicheisengeräte nur etwa 2 % zu hoch an. Die kleinen Kondensatorspannungen wurden durch einen Thermo-Spannungsmesser mit kleinen Meßbereichen und geringer Eigenstromaufnahme nach Niederdrücken der Taste T_V gemessen. In Abb. 4 bedeuten die Zahlen bei den Meßgeräten die meist benutzten Meßbereiche. Als Spannungsquelle diente ein zweiter Tramag-Stufentransformator. Der zur Verfügung stehende Drehstrom des Flensburger Elektrizitätswerkes zeigte während der Versuche eine saubere Sinusform. Alle Messungen wurden bei 50 Hz durchgeführt.

Die Messungen wurden in folgender Weise vorgenommen: An der Drosselspule wurde eine bestimmte Windungszahl, am Kondensator eine bestimmte Kapazität und am Transformator eine bestimmte Spannung eingestellt. Beim Einschalten ergab sich ein bestimmter Gleichgewichtszustand, dessen Spannungen und Stromstärke gemessen und aufgeschrieben wurden. Die Stromstärke wurde immer nur bei abgeschalteten Spannungsmessern abgelesen! Nach der Messung wurde die Taste T für die Dauer von etwa ¼ s geschlossen und damit die magnetische Erschütterung erzeugt. Das wurde so oft wiederholt, bis sich ein anderer Gleichgewichtszustand einstellte; der Übergang war immer sprunghaft. Manchmal trat das Kippen bei dem ersten magnetischen Stoß auf, manchmal mußte man die Taste mehrmals niederdrücken. Nach dem Kippen wurden die Werte des neuen Zustandes gemessen, worauf erneutes Kippen bewirkt wurde. Bei diesem Vorgehen wurde in sehr vielen Fällen ein dritter Gleichgewichtszustand festgestellt und gemessen. Da dieser dritte stabile Zustand als Dauerzustand bisher noch niemals beobachtet worden war, wurden sorgfältig alle nur möglichen Fehlerquellen ausgeschaltet, um einwandfreie Ergebnisse zu erzielen. Um den Einfluß der Meßgeräte auszuschalten, wurde der dritte Zustand einmal nur mit dem Strommesser, dann nur mit dem Spannungsmesser an der Spule und dann nur mit dem Spannungsmesser am Kondensator festgestellt. Der dritte Zustand trat auch auf, wenn als Sromquelle ein Generator, ein geeigneter Spannungsteiler oder das Netz unmittelbar benutzt wurden. Auch erwies es sich als einflußlos für das Erscheinen des 3. Zustandes, ob die Windungen der Drossel sich auf einem oder auf beiden Schenkeln der Kerne befanden; im letzteren Fall war es wieder gleichgültig, ob die Verteilung der Windungen auf den Schenkeln gleichmäßig war oder nicht. Der 3. Zustand wurde auch bei verschiedenen anderen Eisendrosseln mühelos gefunden. In Zahlentafel 1 sind Beispiele für verschiedene Stromkreise wiedergegeben; die Spannungen der Zahlentafel sind sämtlich mit Spannungsmessern gemessen, die unabhängig von Frequenz und Stromform stets die wahren Effektivwerte anzeigen.

Zahlentafel 1.

Drossel (Kerntype)	C µF	U V	Zust.	I A	U_L V	U_C V
960 Windungen, Kern: 4 cm², m. Länge 240 mm	40	45	1.	0,070	48	2,2
			3	0,225	61	30
			2.	3,000	160	194
900 Windungen, Kern: 8 cm², m. Länge 336 mm	25	64	1.	0,080	68	6,4
			3.	0,190	88	47
			2.	3,100	288	330
370 Windungen, Kern: 20 cm², m. Länge 472 mm	50	112	1.	0,180	115	11
			3.	0,350	130	30
			2.	7,700	270	381

Es zeigte sich, daß das Kippen von jedem der drei Zustände in jeden der beiden andern möglich war. Näherte sich die angelegte Spannung dem Wert U_k (Abb. 2), war es schwieriger, die Zustände der schwachen Ströme zu bekommen, näherte sich dagegen die angelegte Spannung dem Wert U_k', zeigte es sich als schwieriger, den Zustand des starken Stromes einzustellen. Bei den Versuchen wurde die Stärke der magnetischen Stöße durch Veränderung der Kurzschlußwindungszahl oder durch Einschalten eines Regelwiderstandes in den Kurzschlußkreis nach Bedarf abgestuft. Bei den kleinen Werten der anliegenden Spannung war ein so starker Stoß zur Erzielung des Kippens von der niedrigen zur hohen Stromstärke erforderlich, daß ein Kurzschluß hierzu nicht ausreichte. In diesen Fällen wurden einige Kurzschlußwindungen kurzzeitig — etwa für ¼ s — an die Netzspannung gelegt; auch hierbei wurde die Windungszahl nach Bedarf eingestellt.

[3]) E. Aretz, Z. physik. chem. Unterr. (1934) S. 210.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 349.

Um den 3. Gleichgewichtszustand innerhalb eines großen Bereiches der angelegten Spannung beobachten zu können, wurden für verschiedene Stromkreise mit Eisendrossel und Kondensator zahlreiche Messungen bei stufenweise gesteigerter Spannung U ausgeführt. Alle Meßreihen zeigten verhältnisgleiche Ergebnisse; insbesondere

Abb. 5. Kennlinien der Drosselspule von 6,6 kg Kerngewicht mit 2 · 300 Windungen parallel und des Kondensators von 80 µF.

zeigten die Kurven des 3. Zustandes bei allen Stromkreisen nach Lage und Verlauf sehr gute Übereinstimmung. Als Beispiel folgen hier nähere Angaben für einen Stromkreis, bei dem der vorgenannte Tramag-Stufentransformator mit einem Kondensator von 80 µF in Reihe geschaltet war. Die beiden Primärwicklungen des Transformators (auf jedem Schenkel 300 Windungen/1 mm²) in Parallelschaltung dienten als Drosselspule. Der Gleichstromwiderstand dieser Anordnung betrug 0,6 Ω. Zur Beurteilung dieser Drossel wurden durch besondere Meßreihen der Verlauf der Klemmenspannung, des Scheinwiderstandes und der Induktivität in Abhängigkeit von der Stromstärke untersucht. Abb. 5 zeigt die Kennlinien dieser Größen. In das gleiche Liniennetz ist die Strom-Spannungs-Kennlinie des Kondensators eingezeichnet. Alle Kennlinien gelten für 50 Hz und, genau genommen, nur für die Strom- und Spannungsform, bei der sie aufgenommen wurden. Der Schwingungskreis selbst wurde nach der vorbeschriebenen Schaltung untersucht. Die Ergebnisse zeigt Abb. 6. Während Abb. 6 a sämtliche Werte enthält, stellt Abb. 6 b die Kurven des 1. und 3. Zustandes bei einem fünffach größeren Maßstab für die Stromstärke dar. Der gestrichelte Teil der Kurve wurde nicht errechnet, sondern lediglich nach dem mutmaßlichen Verlauf eingezeichnet, wie er den übereinstimmenden Angaben mehrerer Veröffentlichungen von Martienssen bis Rouelle entspricht.

Auffällig ist die Lage der Kurve des 3. Zustandes dicht bei der Kurve des 1. Zustandes. Man kann also von den schwachen Strömen und von dem starken Strom sprechen (s. Zahlentafel 1). Der eigenartige Verlauf der Kurve des 3. Zustandes zeigt, daß innerhalb des Stromstärkebereiches von 0,37 bis 0,62 A jede Stromstärke bei 2 oder 3 verschiedenen Spannungen bestehen kann. Obwohl die Stärke der magnetischen Erschütterungen in weiten Grenzen verändert wurde, war es bei einer anliegenden Spannung bis zu 150 V nicht möglich, weitere als die in Abb. 6 dargestellten stabilen Zustände einzustellen; insbesondere gelang es nicht, eine Verbindung der 3 Kurvenäste zu erhalten. Die Kurve des 3. Zustandes wurde durch 15 einzelne Messungen, d. h. bei einer stufenweisen Steigerung der anliegenden Spannung von jeweils etwa 4 V ermittelt. In der Nähe des Scheitelpunktes (65 V, 0,62 A) erwies sich der 3. Zustand als sehr wenig stabil; er konnte aber mit einiger Geduld immer wieder eingestellt werden. Die römischen Ziffern in Abb. 6 bezeichnen die Zustände, bei denen die Form der Spannungen U, U_L und U_C mittels eines neuzeitlichen synchronen Kontaktgebers[5]) (Joubert-Scheibe) untersucht wurde. Die aufgenommenen Spannungsformen sind in Abb. 7 dargestellt (vgl. Abb. 3). Bei den Punkten *I*, *II* und *III* war eine nennenswerte Abweichung von der Sinusform nicht festzustellen, während bei *IV* eine starke Verzerrung auftrat. Während der Aufnahme der Spannungsformen des Zustandes *IV* blieb die Netzspannung selbst rein sinusförmig. Zahlentafel 2 enthält die Effektivwerte der vier

Zahlentafel 2.

Punkt	U Volt	I Amp.	U_L Volt	U_C Volt
I	117	0,400	130	15
II	80	0,570	101	38
III	50	0,580	77	49
IV	47	8,200	220	256

Punkte. Die Stromform, die hier nicht untersucht wurde, wird bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator schon bei sehr geringer Stärke des Stromes etwas beeinflußt; bei starken Strömen ist die Abweichung von der Sinusform erheblich.

Abb. 6. Kennlinien der drei Gleichgewichtszustände.

Noch eine bemerkenswerte Beobachtung wurde gemacht: Während des sprunghaften Überganges vom 3. in den 1. Zustand wurde manchmal ein dazwischenliegender weiterer Zustand wahrgenommen, der sich jedoch als äußerst labil erwies. Er konnte deshalb auch nur während ganz kurzer Zeit — höchstens für die Dauer von 2 s — beobachtet werden. Man sah nur, daß die Zeiger der Spannungsmesser beim Rückgang auf den kleineren Wert manchmal scheinbar hakten; hin und wieder trat

[5]) ETZ 55 (1934) S. 747.

dieses Haken auch zwei- bis dreimal hintereinander auf, so daß man daraus auf zwei oder drei labile Zustände zwischen dem 1. und 3. Zustand schließen konnte. (Es wurde festgestellt, daß die Spannungsmesser selbst völlig fehlerlos arbeiteten!)

Abb. 7. Spannungsformen von U, U_L und U_C der Zustände I bis IV aus Abb. 6.

Die Zusammenhänge der Effektivwerte der Spannungen lassen sich durch die Diagramme der Abb. 8 zeigen. Abb. 8 a entspricht den Verhältnissen bei den schwachen Strömen, Abb. 8 b denjenigen bei dem starken Strom. Demnach verhält sich der Stromkreis bei dem 1. und 3. Zustand induktiv, da der Strom der angelegten Spannung

Abb. 8. Vektordiagramme für den Zustand der schwachen Ströme und für den Zustand des starken Stromes.

nacheilt. Beim zweiten Zustand dagegen verhält sich der Stromkreis kapazitiv, da der Strom der angelegten Spannung vorauseilt. In jedem Fall ist:

$$U \sin \varphi = U_L \sin \alpha - U_C.$$

Abb. 9 zeigt die Strom-Spannungs-Kennlinien für eine Spule und einen Kondensator. Dabei ist angenommen, daß die Kurve für $U_L \sin \alpha$ annähernd den gleichen Verlauf hat wie für U_L. Dann stellen die Senkrechten zwischen den beiden Kennlinien die jeweilige Differenz ihrer Werte dar, d. h. sie sind gleich der Größe $U \sin \varphi$. Selbst bei der Annahme eines konstanten Wertes von φ können nach Abb. 9 mindestens drei Gleichgewichtszustände bestehen. Verlaufen die Kennlinien zwischen dem 1. und 3. Zustande annähernd parallel, so könnten in diesem Bereich noch viele Gleichgewichtszustände auftreten. Die zu Abb. 9 angestellten Überlegungen finden durch die vorstehend geschilderten Untersuchungsergebnisse eine Bestätigung.

Abb. 9. Theoretische Kennlinien.

Da der Winkel φ nicht konstant ist, und da sich ferner der Verlauf der Strom-Spannungs-Kennlinie des Kondensators mit der Stromform ändert, kann man annehmen, daß noch mehr als drei stabile Gleichgewichtszustände — auch zwischen dem 3. und 2. Zustand — möglich sind. Ein 4. stabiler Gleichgewichtszustand, und zwar zwischen dem 3. und 2. Zustande, wurde tatsächlich auch festgestellt; er war jedoch nur sehr schwer einzustellen, und sein Bestand hing davon ab, daß der Spannungsmesser an der Spule nicht abgeschaltet wurde. Da es nicht gelang, diesen 4. Zustand ohne den Spannungsmesser oder einen gleichgroßen ohmschen Widerstand (etwa 13 000 Ω) einzustellen, erscheint es falsch, ihn den drei stabilen Gleichgewichtszuständen dem Wesen nach gleichzusetzen. Diese Frage ist noch ungeklärt. Dieser 4. Zustand war zwar stabil, denn er erwies sich bei konstanter Netzspannung als beständig, er befand sich aber so dicht an der Grenze der Labilität, daß er bei der geringsten Erschütterung umkippte. Bemerkenswerterweise erfolgte dieses Kippen durch schwache Stöße nur in einem Zustand geringerer Stromstärke. Das Umkippen trat immer ein, wenn der Spannungsmesser an der Spule abgeschaltet wurde, manchmal auch, wenn die Taste T_A gedrückt wurde, und sogar, wenn die Raumbeleuchtung, die vom gleichen Netz gespeist wurde, eingeschaltet wurde. (Die mit einem Schalter einzuschaltende Raumbeleuchtung hatte allerdings einen Nennwert von 800 W!) Der Versuch, einen an Stelle des Spannungsmessers angeschlossenen Schiebewiderstand allmählich zu vergrößern, um ihn dann ganz abzuschalten, mißlang; der 4. Zustand kippte immer um, wenn der Widerstand um etwa 30 % vergrößert war. Infolge dieser geringen Stabilität war es auch nicht möglich, hier die Spannungsform mittels Joubert-Scheibe aufzunehmen. Der 4. Zustand wurde nicht nur bei der großen Eisendrossel, sondern auch bei der schon erwähnten (Zahlentafel 1) kleinen Spule beobachtet. Jeder Schenkel trug 480 Windungen von 0,5 mm²; die Wicklungen beider Schenkel waren in Reihe geschaltet, so daß die Spule aus 960 Windungen bestand. Der ohmsche Widerstand betrug 4 Ω. Zur Erzielung der magnetischen Erschütterungen wurde die eine Spulenhälfte kurzzeitig kurzgeschlossen. Die Stärke der Erschütterungen konnte durch einen geeigneten Schiebewiderstand im Kurzschlußkreis geregelt werden. Zahlentafel 3 zeigt die gemessenen Effektivwerte der vier Zustände für beide Stromkreise. Die 4. Zustände liegen beide — wie aus dem Verhältnis

Zahlentafel 3.

Drossel (Kerntype)	C μF	U V	Zust.	I A	U_L V	U_C V
960 Windungen, Kern: 4 cm², m. Länge 240 mm	30	35	1.	0,025	37	2,3
			3.	0,140	51	38
			4.	0,326	70	54
			2.	2,070	155	183
360 Windungen, Kern: 20 cm², m. Länge 472 mm	50	72	1.	0,120	79	8
			3.	0,420	103	50
			4.	1,000	134	90
			2.	6,400	290	326

der Spannungen U_L und U_C zu ersehen ist — zwischen dem 3. Zustand und dem Schnittpunkt der Kennlinien (Abb. 9). Ein Vergleich der vier Zustände beider Stromkreise läßt erkennen, daß sie nahezu verhältnisgleich sind; daraus kann man auf eine Gesetzmäßigkeit schließen. — Bei dem 4. Zustande des Stromkreises mit der großen Spule gab diese ein nicht sehr lautes, aber auffälliges „Brummen" von sich, das auf eine geringere Frequenz als 50 Hz schließen ließ.

Vergleicht man die Eigenschaften des 4. Zustandes mit den oszillographischen Beobachtungen von Rouelle (Abb. 3), so erscheint es als durchaus möglich, daß der von Rouelle geschilderte labile 3. Zustand dem hier geschilderten 4. Zustand wesensgleich ist. Dafür spricht u. a. auch der Umstand, daß bei Rouelles Untersuchungen die Schleifen des Oszillographen dauernd an Spule und Kondensator angeschlossen blieben.

Im Hinblick auf die Überlegungen zu Abb. 9 erscheint es als richtiger, nur dann vom „Kippen" zu sprechen, wenn es sich um den sprunghaften Übergang eines Zustandes vor dem Schnittpunkt der Kennlinien in einen Zustand nach diesem Schnittpunkt handelt, oder umgekehrt. In allen übrigen Fällen ist es wohl richtiger, den Ausdruck „Springen" oder „Sprung" zu gebrauchen.

Vorstehende Ausführungen erheben keineswegs einen Anspruch auf erschöpfende Behandlung der geschilderten eigenartigen Erscheinungen; sie sollen lediglich eine Anregung sein, auf dem angegebenen Wege weiterzuschreiten.

Zusammenfassung.

Außer den beiden schon bekannten stabilen Gleichgewichtszuständen bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator kann ein dritter stabiler Gleichgewichtszustand bestehen. Dieser 3. Zustand liegt zwischen den beiden bekannten Zuständen, und zwar sehr dicht bei dem Zustand des schwachen Stromes. Die Kurve der 3. Zustände weicht nach Lage und Verlauf erheblich von der Kurve ab, die auf Grund theoretischer Betrachtungen bisher als wahrscheinlich galt. Eine Verbindung der Kurvenäste der 3. stabilen Zustände konnte nicht hergestellt werden. Bei dauernder Parallelschaltung eines Widerstandes (Spannungsmesser) zur Eisendrossel kann noch ein 4. stabiler Gleichgewichtszustand auftreten, der sich jedoch nur schwer einstellen läßt. Zwischen den stabilen Zuständen im Bereich der schwachen Ströme wurden mehrmals noch einige labile Zustände kurzzeitig beobachtet.

Technische Einrichtung zur Messung der Verzerrungen elektroakustischer Geräte und zur spektralen Analyse.

621.317.39 : 534.8

Die Verbesserung elektroakustischer Geräte hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Wiedergabetreue ist durch die gleichzeitige Erweiterung und Vervollkommnung der elektroakustischen Meßverfahren ermöglicht worden[1]). Mit Hilfe eines neuen Geräts können die Frequenzkurven elektroakustischer Apparate aufgezeichnet und die selbsttätige spektrale Analyse von Klängen und Geräuschen bewerkstelligt werden. Im folgenden sei in erster Linie die Anordnung, die bei der Aufnahme der Frequenzkurven von Mikrophonen zur Anwendung kommt, dargestellt (Abb. 1). Zwei Generatoren, von denen der eine ($G_{12\,\mathrm{kHz}}$) die feste Frequenz 12 kHz erzeugt und der andere ($G_{12/22\,\mathrm{kHz}}$) eine innerhalb des Bandes von 12 bis 22 kHz veränderbare Frequenz abgibt, werden in dem Modulator U_1 überlagert. Ein Sieb (S_1) läßt nur die tonfrequenten Differenzschwingungen durch. Die Wobbelvorrichtung (W), eine veränderliche von einem Motor betätigte kapazitive Kopplung, ermöglicht eine Amplitudenmodulation der Tonfrequenz. Die Tonfrequenz gelangt über einen Regelverstärker (RV) an den Leistungsverstärker (LV) und bringt den Lautsprecher (L_s) in dem hochgedämpften Schallmeßraum zum Tönen. Dem Lautsprecher gegenüber sind in symmetrischer Anordnung das zu messende Mikrophon (M_x) und ein als Vergleichsnormal dienender Druckmesser (DM), ein Kondensatormikrophon, angebracht. Die von dem Prüfmikrophon (M_x) erzeugte Spannung wird von dem Niederfrequenzverstärker (NFV) verstärkt. Die Ausgangsspannung wird nun mit der vom Generator $G_{12/22\,\mathrm{kHz}}$ abgegebenen Spannung in dem Modulator U_2 überlagert, so daß in diesem unabhängig von der im Schallmeßraum wirksamen Frequenz stets die Differenzschwingung 12 kHz entsteht. Über das selektive Sieb (S_2) gelangt diese Schwingung auf den Resonanzverstärker ($ResV$) und wird von dem quadratischen Gleichrichter Gl gleichgerichtet und von dem Registrierinstrument (RI) angezeigt. Der Vorschub der Schreibvorrichtung ist mechanisch mit dem frequenzbestimmenden Kondensator des Generators $G_{12/22\,\mathrm{kHz}}$ gekoppelt, so daß beim allmählichen Ändern von dessen Frequenz von 12 bis 22 kHz die Frequenzkurve des Mikrophons M_x von 0 bis 10 kHz aufgezeichnet wird. Um die Frequenzabhängigkeit des Lautsprechers (L_s) auszugleichen, regelt der Druckmesser (DM) über einen Verstärker (DMV) und den Gleichrichter (RG) den Verstärkungsgrad des Regelverstärkers (RV) derart, daß der von der Membran des Meßmikrophons (M_x) herrschende Schalldruck frequenzunabhängig ist.

Abb. 1.

Ist die Frequenzkurve eines Lautsprechers aufzunehmen, so wird die Regelung von der Klemmenspannung des Lautsprechers über den Gleichrichter (RG) auf den Regelverstärker vorgenommen, so daß der Lautsprecher unabhängig von der Frequenz stets die gleiche Spannung erhält; der Druckmesser ist dann über den Druckmesserverstärker (DMV) an den Niederfrequenzverstärker (NFV) angeschlossen.

Bei der Frequenzanalyse wird die Spannung des Generators $G_{12/22\,\mathrm{kHz}}$ als Suchfrequenz verwendet. Sobald die Überlagerung mit dem zu untersuchenden Frequenzgemisch die Differenzschwingung 12 kHz liefert, zeigt das Registrierinstrument durch einen Ausschlag das Vorhandensein eines Teiltones an[2]). *Gff.*

[1]) C. A. Hartmann u. H. Jacoby, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 163.

[2]) Eine Meßanordnung der hier beschriebenen Art wurde kürzlich auch im Akustischen Laboratorium der PTR in Betrieb genommen.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 1. 016. 31 : 519. 2 **Belastungs- und Spannungsvorgänge in Drehstrom-Ortsnetzen.** — Ausgehend von begrifflich näher bestimmten Belastungshäufigkeiten gelangt der Verfasser mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu einer statistischen Beschreibung von beliebig zustande kommenden Summenbelastungen. Kennzeichnend ist hierbei, daß von der Beobachtung des Einzelanschlusses auf das Verhalten der Gesamtbelastung geschlossen wird. Die „wahrscheinliche Höchstbelastung" wird definiert und durch Einführung eines mit Reinheitsgrad bezeichneten Faktors der Berechnung zugänglich gemacht. Der Gleichzeitigkeitsfaktor der Belastung findet hierbei eine erweiterte Begründung. Durch Verwendung bekannter Beziehungen wird anschließend die durch die Leistungsschwankung bedingte Spannungsänderung einer Ortsnetzleitung als Erscheinung eines Summenkollektivs behandelt. Bei der Auswertung wird, analog wie bei der Belastung, von dem „wahrscheinlichen höchsten Spannungsabfall" ausgegangen. In einem besonderen Abschnitt werden dann die bei einer planmäßigen Ermittlung der Belastungshäufigkeiten zu beachtenden Gesichtspunkte erörtert. [K. Kohler, Dissertation T. H. Berlin 1935.] *Sb.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 064 **Das Schaltproblem der Hochspannungstechnik.** — Im 1. und 2. Teil einer Arbeit von F. Kesselring und F. Koppelmann wurden die Vorgänge im abzuschaltenden Stromkreis sowie das physikalische Verhalten des Lichtbogens während der Löschung untersucht[1]). Der jetzt vorliegende 3. Teil beschäftigt sich mit dem Abschaltvorgang bei Schaltern mit stromunabhängiger Löschung, insbesondere Preßgasschaltern. Im letzten, demnächst erscheinenden Teil werden die Schalter mit stromabhängiger Löschung (Expansionsschalter, Ölschalter) sowie einige weitere grundsätzliche Lösungen des Schaltproblems, insbesondere der lichtbogenfreien Abschaltung, behandelt. Die auf die Ergebnisse des 2. Teiles sich stützenden Rechnungen zeigen, daß in Luft (N_2) der im Stromnulldurchgang noch verbleibende Durchmesser der heißen Gassäule zu groß ist, als daß durch radiale Diffusion und Wärmeleitung die beobachtete Löschwirkung erklärt werden könnte. Die Untersuchungen haben vielmehr zu dem Ergebnis geführt, daß die Löschung beim Preßgasschalter im allgemeinen dadurch zustande kommt, daß der Zusammenhang der Gassäule durch axiale Gasströmung während der stromlosen Pause unterbrochen wird, d. h. es schiebt sich zwischen die heißen, noch leitenden Lichtbogenstümpfe eine kalte, nicht ionisierte Gasstrecke hoher Durchschlagfestigkeit ein. Unter Zugrundelegung dieser Vorstellung läßt sich eine angenäherte Berechnung der wiederkehrenden Festigkeit in Abhängigkeit von der Zeit durchführen. Insbesondere gelingt es auch, Angaben über die Eigenfrequenzabhängigkeit der Löschung zu machen.

Die experimentellen Untersuchungen, die in dem Aufsatz ausführlich beschrieben werden, haben die oben erläuterte Vorstellung von dem Löschvorgang qualitativ und in befriedigender Weise auch quantitativ bestätigt. Insbesondere hat sich eindeutig gezeigt, daß z. B. bei der Ruppel-Düse die wiederkehrende Festigkeit sich lediglich auf das Bogenstück unmittelbar vor der Stiftspitze beschränkt, während der übrige Teil der Bogensäule keinen meßbaren Beitrag zu der wiederkehrenden Festigkeit der Gesamtbogensäule gibt. Die wesentlichsten Ergebnisse der Untersuchung sind in Abb. 1 zusammengefaßt. Sie zeigt den Zusammenhang zwischen abzuschaltender Stromstärke, Eigenfrequenz und wiederkehrender Festigkeit für eine Doppeldüse. Bei der Ruppel-Düse liegen die Werte der wiederkehrenden Festigkeit im Mittel etwa halb so hoch. Bei der Berechnung der Kurven in Abb. 1 wurde die Voraussetzung gemacht, daß durch die plötzliche Erhitzung des Gases durch den Lichtbogen kein Rückstaudruck auftritt. Um sich aber auch darüber ein Urteil bilden zu können, sind noch in einem weiteren Abschnitt diejenigen Überlegungen durchgeführt worden, welche gestatten, die Größe und den Einfluß des Rückstaudruckes auf das Abschaltvermögen zu beurteilen, insbesondere auch dann, wenn ein Schalldämpfer zur Verringerung des Schaltgeräusches verwendet wird. Weiterhin wurde noch

Abb. 1. Zündspannung einer Doppeldüse, abhängig vom Strom und von der Eigenfrequenz. Luft; Druck in der Düse $p = 3$ ata (entspricht etwa 6 atü im Kessel), $v = 3 \cdot 10^4$ cm/s, $\omega = 314$, Rückstaudruck nicht berücksichtigt.

die Frage untersucht, unter welchen Bedingungen ein Preßgasschalter beim Abschalten kleinerer Ströme in induktiven Stromkreisen Überspannungen erzeugen kann. Zum Schluß wird das Ergebnis der Untersuchungen mit den im Schrifttum, insbesondere von O. Mayr, vertretenen Ansichten verglichen. [F. Kesselring u. F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 2 S. 71.]

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 791 **Die Stickstoffaufnahme von Stahl bei der Lichtbogen-Schweißung.** — Die Stickstoffaufnahme von Stahl bei der Lichtbogen-Schweißung richtet sich nach der Stahlart, der die Schweißung umgebenden Atmosphäre, der Stärke der Elektroden-Ummantelung und der Länge des elektrischen Lichtbogens. Der Einfluß der Stahlart auf die Stickstoffaufnahme kommt insofern zur Geltung, als reines Eisen die größte Stickstoffmenge aufnimmt, während die im Stahl vertretenen Elemente wie Kohlenstoff, Silizium, Mangan und wahrscheinlich auch noch einige Sonderelemente der Stickstoffaufnahme entgegenwirken; dies ist besonders für Mangan zutreffend. Auch die Art der den geschmolzenen, aufzuschweißenden Stahl umgebenden Atmosphäre spielt bei der Stickstoffaufnahme eine Rolle. Da bei der Gasschweißung die Stickstoffaufnahme geringer ist, muß man darauf bedacht sein, die Stickstoffaufnahme beim Lichtbogen-Schweißverfahren zu mildern. Ein Mittel dazu ist die Elektroden-Ummantelung. Als geeignete Zusätze zu den Ummantelungen erweisen sich u. a. besonders Mangan und Titan, die beide als entstickende Mittel anzusehen sind. Der Gesamtgehalt an Stickstoff in der Schweiße hat zwar nicht abgenommen, doch ist ein Teil davon in den Eisennitritzustand übergegangen, während der übrige Teil als Mangannitrit oder Titannitrit die Eigenschaften der Schweißverbindung nicht beeinträchtigt. Jede Art der Entstickung kann Vorteile oder Nachteile bringen. Diese Aufgabe ist ziemlich verwickelt, deshalb ist es auch zu erklären, warum hierüber verhältnismäßig wenig Untersuchungen angestellt worden sind. Der Stickstoffgehalt der Schweiße nimmt mit der Dicke der Elektroden-Ummantelung ab. Versuche ergaben, daß es nicht möglich ist, eine vollkommen stickstofffreie Schweißverbindung herzustellen. Man kann wohl die Stickstoffaufnahme durch die Bemessung einer entsprechenden Stärke der Elektroden-

[1]) F. Kesselring u. F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 1; Bericht in ETZ 56 (1935) S. 65.

Ummantelung mildern, doch sind dieser Stärke Grenzen gesteckt infolge der Bildung einer schwer zu entfernenden großen Schlackenmenge. Man ist daher gezwungen, eine bestimmte Mantelstärke für eine gegebene Mantelgüte als Höchststärke festzusetzen.

Da in der Regel der Lichtbogen von der Spannung abhängig ist, spielt auch die Spannung bei der Untersuchung der Frage der Stickstoffaufnahme eine Rolle, denn mit der Spannung wächst auch die Stickstoffaufnahme. Vollständige Klarheit über den Einfluß der Stromart besteht noch nicht, doch scheint der Wechselstrom eine stärkere Stickstoffaufnahme zu begünstigen als der Gleichstrom. Von den mechanischen Eigenschaften werden die Zugfestigkeit, Elastizitätsgrenze und besonders die Härte durch den Stickstoff erhöht, die Dehnung und Einschränkung gesenkt. [Rev. Soud. autog. 27 (1935) H. 261, S. 6.] *Kp.*

Bergbau und Hütte.

621. 365. 2 : 669. 1 **Aus dem elektrischen Stahlwerksofenbetrieb.** — Der Stromverbrauch eines elektrischen Lichtbogenofens im Stahlwerk hängt ab von der Art der Beschickung, der Ofenheizung und -vorgänge. Wie verschieden der Stromverbrauch sein kann, zeigen folgende Daten:

	Stromverbrauch für die Erzeugung von 1 t Stahl kWh
bei festem Einsatz	
Roheisenmasseln und Erz . .	1500
Roheisen und Alteisen . . .	800
Stahlschrott	500 bis 900
bei gemischtem Einsatz	
flüssiges Roheisen und Erz	1000
bei flüssigem Einsatz	
flüssiger Stahl	150 bis 250

Die Möglichkeit der Einschränkung des Stromverbrauches kann noch an folgendem Beispiel veranschaulicht werden: Es sei angenommen, daß der Stahl unmittelbar im elektrischen Ofen durch Einbringen von Schrott und Hämatitroheisen oder nach dem Verbundverfahren durch Zusammenarbeit von Kupolofen-Konverter-elektrischem Ofen erzeugt werden soll; der Konverter mit seitlicher Windzuführung ist basisch ausgekleidet, so daß man von billigem Thomas-Roheisen ausgehen kann, während man als elektrischen Ofen einen Heroult-Ofen von 3 t Inhalt mit Elektroden aus amorphem Kohlenstoff verwendet. Das Thomas-Roheisen möge die Zusammensetzung haben: 3,75 % C, 0,40 % Si, 1,75 % Mn, 1,8 % Ph, 0,050 % S; im Kupolofen umgeschmolzen hat es dann 3,60 % C, 0,35 % Si, 1,50 % Mn, 1,90 % Ph, 0,070 % S. Der daraus im Konverter erblasene Stahl besitzt 0,05 % C, 0,12 % Mn, 0,035 % Ph und 0,045 % S. Dabei ergeben sich folgende Betriebsdaten:

	elektrischer Ofen allein	Verbund-Verfahren	Gewinn mit dem Verbundverfahren
Schmelzdauer . .	4 1/2 h	1 h 45 min	2 h 45 min
Stromverbrauch .	800 kWh/t	250 kWh/t	550 kWh/t

Außerdem wurde beim Verbundverfahren die Stahlerzeugung von 6 t auf 15 t in einer 9 h-Schicht gesteigert. [A. Clergeot, Rev. chauf. électr. 3 (1935) S. 122.] *pk.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

538. 12 **Das Wechselfeld im gesättigten, massiven Eisen.** — Eisen gilt als ideal gesättigt, wenn es sich angenähert wie ein Eiseneinkristall verhält und konstante Induktion aufweist, die für bestimmte Werte der Feldstärke in ihren Gegenwert umschlägt. Stäbe aus ideal gesättigtem Eisen weisen einen einfachen Aufbau des elektromagnetischen Wechselfeldes auf. Schaltet man den magnetisierenden Wechselstrom zu Beginn einer Halbwelle ein, so dringt in das Eisen von der Oberfläche her ein Induktionsfluß von konstanter Amplitude ein, der nach innen fortschreitet und am Ende der Halbwelle seine größte Tiefe erreicht. Der erzeugte Fluß bleibt als remanenter Fluß bestehen. In der nächsten Halbwelle des Magnetisierungsstroms wird der remanente Fluß abgebaut und ein Fluß von entgegengesetzter Richtung aufgebaut. In jeder Halbwelle wiederholt sich das Spiel mit wechselnder Richtung, die elektrischen Vorgänge bleiben auf eine dünne Randschicht beschränkt. Die Verfolgung dieses Grundgedankens, für welche auf die Originalarbeit von G. und F. Haberland verwiesen werden muß, führt zu bemerkenswerten Ergebnissen. Es zeigt sich, daß der zeitliche Verlauf der Wirbelströme und der magnetischen Induktion sehr stark von der Sinusform abweicht. Bei gleicher Randinduktion ist der Magnetisierungsstrom um 53 % kleiner und der Leistungsverbrauch um 70 % höher als für Eisen mit konstanter Permeabilität. Die Hysteresis bewirkt eine Verminderung des Leistungsverbrauchs, weil die Jouleschen Verluste stärker abnehmen, als die Hysteresisverluste zunehmen. Das Arbeiten mit dem ideal gesättigten Eisen bietet die Annehmlichkeit, daß die Herleitungen bei aller Strenge anschaulich und mathematisch elementar sind. [G. und F. Haberland, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 2, S. 126.]

Chemie.

621. 357. 7 : 669. 68 **Über die elektrolytische Verzinnung.** — Metallstücke können auf dem Wege der Feuerverzinnung oder auf dem der Elektrolyse verzinnt werden. Das Feuerverzinnen, also die Einführung der zu überziehenden Metallstücke in ein Bad von geschmolzenem Zinn, ergibt nicht gleichmäßige Überzüge, besonders dann nicht, wenn die Stücke von verwickelter Form sind. Mit der elektrolytischen Verzinnung, die diese Nachteile vermeidet, kann man auch sehr dünnwandige, gleichmäßige und glatte Überzüge anbringen. Gute Ergebnisse erhielt man mit einem Bad bestehend aus 85 g Zinn in Form von Stannat (Na_2SnO_3), 15 bis 20 g Natronlauge je Liter Wasser, mit Anoden aus Eisen oder Nickel und bei einer Temperatur des Bades von 70 bis 80 °. Diese verhältnismäßig hohe Temperatur ergibt erfahrungsgemäß schöne Überzüge. Der Einfluß verschiedener Zusätze zu den Natriumstannat-Bädern auf die kathodische Leistung zeigte sich wie folgt: Natriumcyanid als Zusatzstoff macht das Bad etwas klarer, ergibt etwas glattere Zinnüberzüge, während sein Haupteinfluß darin besteht, die kathodische Leistung zu verringern. Beim Zusatz von Natriumperborat fallen die Zinnüberzüge etwas heller aus, während die Anwesenheit von Kadmiumazetat und Stärke im Elektrolyten unnötig sind. [Chim. et Ind. 34 (1935) S. 1270.] *Kp.*

AUS LETZTER ZEIT.

Deutsches Nationales Komitee der Weltkraftkonferenz. — Mit Rücksicht auf die besondere Fragestellung der Dritten Weltkraftkonferenz, die vom 7. bis 12. 9. 1936 in Washington abgehalten wird, hat Herr Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. C. Köttgen sein Amt als Vorsitzender des Deutschen Nationalen Komitees niedergelegt. Der Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft, Herr Direktor Krecke, ist an seine Stelle getreten. Stellvertretender Vorsitzender wurde Dr.-Ing. Schult.

Fernsehsprechen Berlin—Leipzig. — Zur Eröffnung des Fernsehsprechdienstes Berlin—Leipzig anläßlich der Leipziger Frühjahrsmesse sprach am 1. 3. 1936 auch der stellvertretende Vorsitzende des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Herr Prof. Dr. R. Franke VDE mit dem Althauptschriftleiter der ETZ Herrn E. C. Zehme VDE. Die Übertragung der Sprache und des Bildes war sehr gut.

Schnelligkeitsrekord mit einem dieselelektrischen Triebwagen. — Auf der Strecke Berlin—Hamburg der Deutschen Reichsbahn wurde am 17. 2. 1936 zum erstenmal mit einem für den öffentlichen Verkehr bestimmten Schienenfahrzeug, einem dreiteiligen mit zwei Dieselmotoren von je 600 PS ausgerüsteten dieselelektrischen Triebwagen[1]), eine Geschwindigkeit von 200 km/h erreicht. Versuchsfahrzeuge, wie der elektrische Triebwagen auf der Zossener Versuchsstrecke im Jahre 1903 und der Triebwagen von Krukenberg im Jahre 1932, haben diese Geschwindigkeit wohl erreicht, die Fahrzeuge waren aber nicht für den öffentlichen Verkehr bestimmt. Bemerkenswert war der ruhige und stoßfreie Lauf des dreiteiligen Schnelltriebwagens.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1353.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Elektrizitätswirtschaft in Pommern.

Von A. Petri VDE, Berlin.

621. 311. 1. 003 (431. 6)

In meinem in der ETZ 1934 zum Abdruck gelangten Aufsatz[1]) zu dem gleichen Thema wies ich bereits auf die enge Verbindung der Überlandzentrale Pommern Aktiengesellschaft (UZP) mit dem Märkischen Elektricitätswerk Aktiengesellschaft (MEW) hin, deren vertraglicher Zusammenschluß am 1. April 1934 erfolgte[2]). Inzwischen ist nun auf Grund des Umwandlungsgesetzes die völlige Eingliederung der früheren UZP in das MEW erfolgt.

Aber auch auf technischem Gebiet ist inzwischen eine enge Verbindung hergestellt. Eine 100 kV-Leitung wurde vom Kraftwerk Finkenheerd über Landsberg/Warthe nach Stargard/Pomm. geführt. Diese Leitung wurde Ende 1935 durch eine Verbindung Stargard—Stettin—Pasewalk mit der 100 kV-Leitung Finkenheerd—Finow—Pasewalk zu einem 100 kV-Ring zusammengeschlossen. Von Pasewalk ist inzwischen bereits eine 100 kV-Leitung bis Greifswald vorgetrieben, eine 100 kV-Leitung von Stargard nach Belgard ist im Bau und zum Teil bereits fertig. Das bisherige 40 kV-Netz wurde ebenfalls an zahlreichen Stellen erweitert und erneuert. Die Kraftwerke Stralsund und Belgard werden weiter ausgebaut und künftig gemeinsam mit dem Braunkohlen-Großkraftwerk Finkenheerd und anderen Kraftwerken des MEW nach einem bestmöglichen Fahrplan in den 100 kV-Ring speisen. Über eine geeignete Einbeziehung des Großkraftwerkes Stettin schweben noch Verhandlungen.

Der Nutzen des Zusammenschlusses zwischen MEW und UZP wirkt sich für die Stromabnehmer in der Einführung der MEW-Tarife in Pommern aus, die für die Provinz bei restloser Durchführung eine Strompreisermäßigung von jährlich 2,5 Mill RM ausmacht.

Eine weitere Vereinheitlichung der Kleinabnehmertarife in Pommern wurde durch den Ankauf von rd. 700 Ortsnetzen bewirkt, in denen nunmehr der MEW-Tarif gilt. Damit wurde zunächst eine Bresche in die Mannigfaltigkeit der Tarife geschlagen, die vorher etwa der Zahl der ortseigenen Verteilungsnetze in den Ortschaften, d. h. etwa 2500, entsprach. Da die örtlichen Versorgungsnetze großenteils in mangelhaftem Zustand sind, müssen die gekauften Ortsnetze mit erheblichen Mitteln erneuert, verstärkt und teilweise völlig umgebaut werden. Auch diese Maßnahme trug neben der Einführung der MEW-Tarife zu einer Steigerung des Stromverbrauchs in den nunmehr unmittelbar versorgten Orten bei.

Die Arbeitsbeschaffung erfuhr in Pommern durch den Bau der Hochvoltleitungen und die Erneuerung der Ortsnetze einen mächtigen Antrieb.

Die Stromerzeugungsverhältnisse haben sich durch den Zusammenschluß mit dem MEW so verschoben, daß ein allein auf Pommern abgestellter Vergleich mit den früheren Jahren ein schiefes Bild ergeben würde.

Die pommerschen Dampfkraftwerke werden in steigendem Maße zur Deckung der Belastungsspitze herangezogen, während die Grundlast in erster Linie vom Braunkohlen-Großkraftwerk Finkenheerd des MEW geliefert wird. Auch die zahlreichen pommerschen Wasserkraftwerke werden soweit wie möglich zur Spitzendeckung herangezogen.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 605.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 402.

Oesterreichs Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1934

Von Ing. Karl Augustin, Graz.

621. 311. 1. 003 (436)

Übersicht. Nach Kennzeichnung des derzeitigen Kraftwerksbestandes und Mitteilung einiger für die energiewirtschaftliche Entwicklung in Österreich wichtigen gesetzlichen Maßnahmen werden die Erzeugung und der Verbrauch des Jahres 1934 beschrieben und auch die vorhergehenden Jahre und einige Angaben aus der reichsdeutschen Statistik zum Vergleich herangezogen*).

Aus der Gegenüberstellung von Leistung und Arbeit ergeben sich die Nutzungsverhältnisse; schließlich werden die wichtigsten, dem Verbundbetrieb dienenden Einrichtungen aufgezeigt sowie die Entwicklung des Fremdbezuges und der Ausfuhr dargestellt.

1. Allgemeines:

Der für das Jahr 1934 letzthin vom Bundesministerium für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft herausgegebene 3. Jahrgang der Statistik über Elektrizitätswirtschaft unterscheidet sich in seinem Aufbau in keiner Weise von seinen Vorgängern. Die Absicht, schon für das Jahr 1934 Wiederverkäufer (ohne größere eigene Erzeugungsanlagen) mit einer Verteilleistung von mehr als 500 kW in die Statistik aufzunehmen, konnte nicht verwirklicht werden. — Der Kraftwerksbestand hat sich im Berichtsjahr praktisch nicht geändert, es sind auch trotz der Besserung in den Gesamtverbrauchsverhältnissen noch keine greifbaren Ansätze für die Errichtung neuer größerer Werke gegeben. In technischer Hinsicht muß sich der Bericht auf die geringfügigen Veränderungen gegen das Vorjahr beschränken. — An gesetzgeberischen Maßnahmen in den letzten zwei Jahren wären zu erwähnen: Das neue Wasserrechtsgesetz im Herbst 1934, das eine großzügige einheitliche Regelung aller Wasserrechtsfragen brachte und für volkswirtschaftlich wichtige Anlagen auch das Enteignungsverfahren vereinheitlichte; die Abänderung der Zuständigkeiten im Elektrizitätswesen durch die neue Verfassung; die Verlängerung der seitens der österreichischen Regierung seit 1921 geübten Förderungsmaßnahmen für den Ausbau von Wasserkraftanlagen durch Gewährung weitgehender Steuern- und Gebührenfreiheiten; schließlich in Niederösterreich die Neuauflage des Energieabgabegesetzes vom Frühjahr 1935, das nunmehr auch die mechanisch übertragene Energie erfaßt.

2. Ausbau und Erzeugung:

Im großen und ganzen ist die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftwerke unverändert geblieben, jene der Wärmekraftwerke durch die Einstellung des Dampfkraftwerkes Ebenfurt bei Wien zurückgegangen; die Erzeugung ist angestiegen.

a) Die **Leistungsfähigkeit** (mögliche Höchstleistung) der Kraftwerke beträgt rd. 1000 MW, ist also gegenüber dem Vorjahr um 2 % gesunken. Die Erzeugung ist gegenüber dem Vorjahr um mehr als 1 % gestiegen, sie beträgt 2296 Mill kWh[1]). Von der Feststellung einer ge-

*) Dieser Bericht knüpft an die alljährlich erschienenen diesbezüglichen Veröffentlichungen von Dr.-Ing. Josef Ornig, letztmalig ETZ-Jahrgang 1934, Heft 46, Seite 1126, an und gründet sich auf die „Statistik der österreichischen Unternehmungen mit Wasser- und Wärmekraftanlagen von mindestens 500 kW-Nennleistung und zugehörigen Übertragungseinrichtungen nach dem Stand Ende 1933."

[1]) Die amtliche Statistik weist in dieser Summe um 44 Mill kWh mehr aus, weil sie die Erzeugung eines Werkes mitzählt, das sonst keinen Einzelbericht lieferte. Da dieses Werk in der Aufstellung für 1933 überhaupt fehlt, ist seine Erzeugung zur Wahrung der Vergleichsfähigkeit in den folgenden Zahlentafeln nicht enthalten.

samten Jahreshöchstlast (erreichte Höchstleistung) wurde Abstand genommen, da die hierzu nötigen Unterlagen fehlen. Die Summierung der Höchstlasten der einzelnen Unternehmungen führt zu weitgehenden Ungenauigkeiten, weil die Höchstlasten nicht gleichzeitig auftreten und bei Wasser- und Wärmekraftwerken größtenteils zeitlich weit auseinanderliegen. Es wurde daher auch von allen Folgerungen, die sich aus der Jahreshöchstlast ableiten, abgesehen. Immerhin kann festgestellt werden, daß sich der Konsum wegen der Zunahme des Industrieverbrauches verbreitert und damit die Benützungsdauer der Höchstlast erhöht hat. — Zur besseren Übersicht sind in den Zahlentafeln 1 und 2 über die Leistungsfähigkeit und Erzeugung auch die Jahre 1932 und 1933 behandelt.

Zahlentafel 1. Leistungsfähigkeit in MW[1]) der in den Jahren 1932, 1933 und 1934 in Betrieb befindlichen Anlagen.

Unternehmungsform	63 Stromlieferungs- Unternehmungen			118 Industrie- Unternehmungen			3 Bahn- Unternehmungen			Summe		
	1932	1933	1934	1932	1933	1934	1932	1933	1934	1932	1933	1934
Leistungsfähigkeit												
Wasserkraft	473	470	473	132	130	132	66	66	66	671	666	671
Wärmekraft	213	197	185	147	158	144	—	1	1	360	356	330
Summe	686	667	658	279	288	276	66	67	67	1031	1022	1001
	122 Stromlieferungs-unternehmungen											
zum Vergleich die Zahlen der Betriebsstatistik REV[2]	8150	8395	8200									

[1]) 1 MW = 1000 kW. — [2]) Rohrbeck, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 92.

Zahlentafel 2. Erzeugung der Kraftwerke in Mill kWh in den Jahren 1932, 1933 und 1934.

Unternehmungsform	Stromlieferungs- Unternehmungen			Industrie-(Eigenanlagen) Unternehmungen			Bahn- Unternehmungen			Summe		
	1932	1933	1934	1932	1933	1934	1932	1933	1934	1932	1933	1934
Wasserkraft	1 214	1 300	1 341	447	447	439	105	110	116	1 766	1 857	1 896
Wärmekraft	220	164	154	196	249	246	—	—	—	416	413	400
Summe	1 434	1 464	1 495	643	696	685[1]	105	110	116	2 182	2 270	2 296[1])
zum Vergleich die Zahlen der Betriebsstatistik REV	13 408	14 320	16 500									

[1]) Davon rd. 163 Mill kWh mechanisch übertragen.

Zahlentafel 3. Leistungsfähigkeit, mögliche und erreichte Erzeugung, Ausnützungsdauer im Jahre 1934 (nach Werksgattungen (Stromlieferung, Industrie, Bahnen).

Werkstype	Leistungsfähigkeit	Mögliche Jahresarbeit	Erreichte Jahresarbeit	Jahresausnutzungsdauer der Leistungsfähigkeit	Ausnützung des Arbeitsvermögens
	MW	Mill kWh	Mill kWh	h	%
Niederdrucklaufwerke	167	1100	752	4500	68
Hochdrucklaufwerke	148	790	558	3750	71
Großspeicherwerke	290	504	442	1520	88
Kleinspeicherwerke	66	187	144	2180	72
Summe Wasserkraft	671	2581	1896	2820	73
Summe Wärmekraft	330	—	400	1210	—
Gesamtsumme	1001	—	2296	2290	—

Zum Vergleich die Zahlen der Betriebsstatistik REV 1933 (nur Stromlieferung).

Wasserkraft Summe	1391	—	2 581	1850	—
Dampfkraftwerk „	6882	—	11 722	1700	—
Gas und Öl „	122	—	39	320	—
Gesamtsumme	8395	—	14 342	1700	—

Die Zahlentafel 3 gliedert die Leistungsfähigkeit, mögliche und erreichte Erzeugung sowie die Ausnützung der Kraftwerke nach Werksgattungen. Es zeigt sich, daß die Laufwerke eine 3700- bis 4500stündige, die Speicherwerke eine 1500- bis 2200stündige und die Dampfwerke eine 1210stündige Ausnützungsdauer der Leistungsfähigkeit aufweisen. Hieraus ist ersichtlich, daß den Wärmekraftwerken, abgesehen von einigen Werken der Industrie, im allgemeinen die Aufgabe der Energieaushilfe in der Wasserklemme zukommt. Die geringere Ausnutzung der Speicherwerke ergibt sich naturgemäß aus ihrem Bestimmungszweck.

Des Interesses halber wurden dieser Zahlentafel auch die entsprechenden Daten der Betriebsstatistik des REV vom Jahre 1933 angefügt, obwohl ein unmittelbarer Vergleich nicht zulässig ist; die österreichische Statistik enthält nämlich auch die Industrie- und Bahnunternehmungen, während sich die Statistik des REV nur auf Stromlieferungsunternehmungen bezieht.

b) Nach der Antriebskraft (Zahlentafel 4) entfallen 67 % der Leistung auf Wasserkraft, 33 % auf Wärmekraft. Die entsprechenden Anteile an der Erzeugung sind infolge bedeutend höherer Ausnützung der Wasserkräfte 82,5 und 17,5%. Bemerkenswert ist, daß die direkte mechanische Übertragung ständig im Rückgang begriffen ist, da auch die Industrie ihre Antriebe fortlaufend elektrifiziert.

Zahlentafel 4. Gliederung nach der Antriebskraft.

	Anteil % an der Leistungsfähigkeit		Anteil % an der Jahreserzeugung	
	1933	1934	1933	1934
Wasserkraft	65	67	82	82,5
Wärmekraft	35	33	18	17,5
elektr. Übertragung	—	—	92	93
mechan. „	—	—	8	7

c) Die Ausnützungsdauer der Leistungsfähigkeit ergibt bei den einzelnen Unternehmergruppen folgendes Bild (Zahlentafel 5):

Zahlentafel 5. Nutzung der Leistungsfähigkeit, gegliedert nach Unternehmergruppen.

	Stromlieferung	Industrie	Bahnen	Summe
Jahresausnützungsdauer der Leistungsfähigkeit				
Wasserkraft h/J	2850	3330	1730	2820
Wärmekraft „	830	1710	—	1210
zusammen h/J	2280	2450	1730	2290

Bei den Stromlieferungsunternehmungen verhält sich die Ausnützung der Leistungsfähigkeit der Wasserkraftwerke zu den Wärmekraftwerken wie 3,5 : 1, bei der Industrie sinkt dieses Verhältnis auf unter 2 : 1. Die Jahresausnützungsdauer der Leistungsfähigkeit erreichte bei den Stromlieferungsunternehmungen 2280 h, bei der Industrie

Zahlentafel 6. Die Elektrizitätswirtschaft der fünf größten Stromlieferungsunternehmungen in den Jahren 1933 und 1934.

	Stewe		Oeka		Steweag		Tiwag		Illwerke	
	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934
Leistungsfähigkeit										
Wasserkraft . . . . MW	16	16	71	71	67	66	79	91[2])	90	90
Wärmekraft . . . . „	191[1])	171[1])	9	9						
zusammen . „	207	187	80	80	67	66	79	91	90	90
einschl. Fremdbez. . . . . „	263	243	112	114	86	87	100	102	90	90
Erzeugung . . . . Mill kWh	235	221	232	216	219	247	104	139	146	146
s. Fremdbezug . . . . „	478	461	296	280	231	258	152	177	146	146
Jahreshöchstlast . . . . MW	140	139	72	65	53	54	85	82	90	90
Belastungsdauer d. Jahreshöchstleistung h	3420	3320	4100	4320	4360	4770	1800	2160	1620	1620
Mehr- oder Minderabgabe geg. Vorjahr %	— 4	— 3	± 0	— 6	+12	+12	+32	+16	± 0	± 0
Umspannerleistung . . . . MVA	985	933	220	220	190	190	225	261	123	123
Fernleitungsnetz										
Hochspannung:										
Freileitung . . . . km	651	666	1851	1860	426	426	141	235	73	73
Kabel . . . . „	1789	1811	55	55	1	1	—	—	—	—
Niederspannung:										
Freileitung . . . . „	270	291	1287	1302	46	46	2	42	—	—
Kabel . . . . „	5445	5452	—	—	—	—	—	—	—	—
Energieabgabe . . . . Mill kWh	350	338	224	211	218	244	140	162	143	143

[1]) Einschl. 20 MW Akkumulatoren. 1934 ohne Ebenfurt, das stillgelegt wurde.
[2]) Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Jahre 1934 ist auf die Fusion mit der Zillertaler Kraftwerke AG. zurückzuführen.

Zahlentafel 7. Umspannstellen und Fernleitungsnetze.

	100 kV u. darüber		30—100 kV		30 kV u. darunter		Summe Hochspannung		Summe Niederspannung	
	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934
Umspannstellen MVA	728	769	508	497	1 353	1 448				
Fernleitungen:										
Freileitung km	615	615	1252	1 242	11 398	11 721	13 265	13 578	8 027	8 584
Kabel „			15	11	3 286	3 399	3 301	3 410	6 393	6 428
							16 566	16 988	14 420	15 012

2450 h, während diese Ziffer für die Stromlieferungsunternehmungen des Deutschen Reiches im Jahr 1933 1700 h betrug. Dies ist ein Kennzeichen für die reichlich vorhandene Installation (Reserveleistung) im Deutschen Reich.

Die im Bericht des Vorjahres gebrachte Gliederung nach der Gesellschaftsform, nach der Größe der Kraftwerke und nach der Höhe der Abgabe der einzelnen Unternehmungen wird nicht wiederholt, da sich an diesen Verhältnissen nahezu nichts geändert hat.

d) Zahlentafel 6 bringt die wichtigsten Daten der 5 größten Stromlieferungsunternehmungen Österreichs.

Der Vergleich in der Erzeugung zwischen 1933 und 1934 bietet im allgemeinen keinen Maßstab für die Absatzverhältnisse, er gibt vielmehr hauptsächlich die Wasserführung und die damit verbundene Erzeugungsmöglichkeit wieder. Die Gegenläufigkeit bei verschiedenen Gesellschaften weist darauf hin, daß die Niederschlagsverhältnisse in den beiden Jahren in den einzelnen Gebieten Österreichs verschieden waren. Lediglich der Rückgang der Städt. Elektrizitätswerke Wien ist auf die Konsumverhältnisse zurückzuführen.

3. Verbundwirtschaft:

a) Der Fremdbezug hat nahezu 700 Mill kWh gegen 660 im Jahr 1933 und 600 im Jahr 1932 erreicht. Im Verhältnis zur Erzeugung beträgt sein Anteil bei den Stromlieferungsunternehmungen 31 %, bei den industriellen Eigenanlagen 29 %. Danach ist insbesondere der Fremdbezug der Industrie gegenüber dem Vorjahr stärker angestiegen, was um so bemerkenswerter ist, als das Jahr 1934 eine mittlere Wasserführung hatte, so daß die Steigerung nicht nur auf die sogenannte „Winteraushilfe", sondern auf eine Zunahme des Verbrauches zurückzuführen ist.

b) Die Leistungsfähigkeit der im Verbundbetrieb installierten Umspannstellen (Zahlentafel 7) überschritt 2700 MVA, das ist mehr als das 2½fache der in den Kraftwerken installierten Leistung. Das Fernleitungs- und Kabelnetz wurde von 1933 auf 1934 um rd. 1000 km auf 32 000 km erweitert.

4. Der Verbrauch:

a) Entsprechend dem Anstieg der Erzeugung ist auch der Inlandsverbrauch (Zahlentafel 8) von rd. 1,5 Mrd kWh im Jahr 1933 auf 1,55 Mrd kWh im Berichtsjahr angestiegen. Die stärkere Zunahme gegenüber der Erzeugung ist auf eine Verminderung der Verluste zurückzuführen. Besonders hervorzuheben ist die Zunahme des Industrieverbrauches, dem jedoch noch immer ein Rückgang des Kleinverbrauches gegenübersteht. Der Verbrauch für öffentliche Beleuchtung und Bahnen ist ungefähr gleichgeblieben.

Zahlentafel 8. Gliederung des Verbrauches in Mill kWh in den Jahren 1933 und 1934.

	Österreich (Stromlfg. Ind. Bahnunternehmungen)		z. Vergl. Deutsch. Reich Betriebsstatistik REV (nur Stromlieferungsunternehmungen)
	1933	1934	1933
Kleinverbrauch	283	252	2740
öffentl. Beleuchtung	31	31	130
Verbrauch der Industrie mit eigenen Werken	737	757[2])	—
Verbrauch der Industrie ohne eigene Werke	235	297	8070
Bahnen	213[1])	216	1210
Summe Inlandsverbrauch .	1499	1553	12 150
Summe Ausfuhr	302	314	—

[1]) Angaben im ETZ-Jahrgang 1934, S. 1148, für 1933 infolge einer Doppelzählung zu hoch.
[2]) ohne Aluminium.

Vom gesamten Inlandsverbrauch entfallen:

16 % auf den Kleinkonsum,
2 % auf die öffentliche Beleuchtung,
68 % auf die Industrien,
14 % auf die Bahnen.

b) Die Zahlentafel 9 bringt die Aufteilung der unmittelbaren Stromabgabe der österrei-

Zahlentafel 9. Verteilung der Stromabgabe der Stromlieferungsunternehmungen.

	Deutsch. Reich	Österreich	
	1933	1933	1934
Gesamtabgabe (unmittelbar) Mrd kWh	12,15	0,79[1])	0,82
davon entfallen in % auf:			
Großverbraucher	66,5	47,5	55
Kleinverbraucher	22,5	36,0	30
öffentl. Beleuchtung	1	4	4
elektr. Bahnen ohne Eigenerzeug. .	10	12,5	11

[1]) Angabe ETZ 1934, S. 1128, infolge einer Doppelzählung bei Bahnen zu hoch.

chischen Stromlieferungsunternehmungen im Vergleich zum Deutschen Reich nach der Einteilung der REV-Statistik. Daraus ergibt sich, daß der Anteil der Großverbraucher im Reich bedeutend höher ist als jener der Kleinverbraucher. Im übrigen hat die Entwicklung der letzten beiden Jahre auch in Österreich eine Steigerung des Industrieverbrauches gebracht.

c) Vom Gesamtverbrauch der Industrie (Zahlentafel 10) mit eigenen Werken werden rd. 22 % von Stromlieferungsgesellschaften geliefert. Obwohl alle Industriegruppen eine Verbrauchszunahme verzeichnen, ist der Anstieg in der Gruppe Bergbau, Hütten, Metalle besonders bemerkenswert.

Zahlentafel 10. Verbrauch der Industrie mit eigenen Werken (samt Fremdbezug ohne Verlust).

	1933		1934			
	Anzahl	Verbrauch Mill kWh	Anzahl	Verbrauch Mill kWh	Jahres-Höchstlast MW	Belastungsdauer der Jahreshöchstlast h
Chemie	9	79[1]	9	94	24	3900
Papier	29	267	29	272	52	5200
Bergbau, Hütten, Metalle	33	166	33	234	83	2800
Baustoffe	7	31	7	31	10	3100
Textil, Leder, Farben	23	89	24	95	31	3050
Nahrungs- und Genußmittel	12	23	12	31	15	2050
	—	655	—	757	—	—

[1]) ohne Aluminium.

d) Die Ausfuhr (Zahlentafel 11) hat sich gegenüber dem Vorjahr, wenn auch geringfügig, doch weiter erhöht. An der Ausfuhr beteiligt sind: Die Illwerke AG., welche ihre gesamte Erzeugung in das 200 kV-Netz des RWE einspeist, die TIWAG, die einen Großteil ihrer Erzeugung an die Bayernwerke liefert, die salzburgisch-städtischen Werke, die ebenfalls größere Energiemengen an die Wackerwerke (chem. Industrie) abgeben und schließlich das EW Reutte, das mit dem Nachbargebiet in Verbundwirtschaft arbeitet.

Zahlentafel 11. Entwicklung der Ausfuhr nach dem Deutschen Reich.

Jahr	Mill kWh	Jahr	Mill kWh
1931	160	1933	302
1932	257	1934	314

Zusammenfassung.

Auf der Erzeugerseite sind bis auf die Stillegung eines größeren Wärmekraftwerkes gegenüber den vorhergehenden Jahren keine Veränderungen festzustellen, der Verbrauch ist etwas angestiegen. Als besonderes Merkmal ist die Erhöhung der Ausnützung der Höchstlast zu erwähnen.

Im Verbrauch zeigt die Kleinabnahme noch immer einen Rückgang, hingegen der Großverbrauch eine nicht unwesentliche Zunahme.

Im Verbundbetrieb ist eine fortschreitende Verflechtung festzustellen. Die Ausfuhr hat in den letzten Jahren ständig zugenommen.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1 : 631 (42) **Die Entwicklung der ländlichen Elektrizitätsversorgung in England.** — D. Ross bringt in „The Institution of Electrical Engineers" einen ausführlichen Überblick über die Entwicklung in der Elektrizitätsversorgung landwirtschaftlicher Versorgungsbezirke in England. Den Elektrizitätswirtschaftler dürfte daraus besonders folgendes interessieren:

Die Bestrebungen zielen heute in England wie überall darauf ab, die Verteilungsnetze zu vereinfachen und die Einrichtungskosten zu verringern. Unter diesem Gesichtspunkt sind in letzter Zeit Vergleichsversuche angestellt worden, die sich auf das Baumaterial, die günstigste Spannung und Stromart, auf die richtige Bemessung der Transformatoren, die günstigsten Schaltvorrichtungen und die besten Sicherungs- und Isolierungssysteme erstrecken.

Bemerkenswert ist, daß man nach vielen Versuchen mit Masten aus Eisenbeton, aus Stahlrohr und mit Gittermasten heute wieder in England zum einfachen Holzmast zurückkehrt, der bei guter Imprägnierung eine Lebensdauer von 30 Jahren und mehr erreicht. Als besondere Vorteile werden angegeben: Geringe Anschaffungskosten, billiger Transport und billige Montage und, bei Reparaturen, daß der Holzmast leicht erklettert werden kann. Auch an schwierigen Punkten, Ecken, Abzweigen u. a. läßt sich die Holzbauweise durch Verwendung von A- und H-Masten beibehalten. — Weiterhin werden Kostenangaben für 11 kV-Leitungen in Kupfer, Aluminium und Stahl-Aluminium gemacht. Nach Ansicht von Ross ist in England die Stahl-Aluminium-Leitung für Hauptstränge die billigste. Die Frage, ob man den Erdleiter mitführen oder die Masten einzeln erden soll, muß von Fall zu Fall geprüft werden, sie richtet sich nach den jeweiligen geologischen Verhältnissen, da bei sehr hohem Erdwiderstand die Unfallgefahr wächst. Allenfalls kommt ein streckenweises Mitführen der Erdleitung in Frage.

Abb. 1 und 2 zeigen zwei typische Mastkopfformen für Wechselstrom (einphasig und dreiphasig), wie sie heute in England vielfach benutzt werden. Schließlich besteht auch noch die Möglichkeit, durch streckenweise Verlegung von Kabeln zu sparen, z. B. bei weichem Boden, wo Ausschachtungsarbeiten keine hohen Kosten erfordern, bei Wege- und Bahnübergängen und in ähnlichen Fällen.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Abkürzung der Störungszeiten sollten Trennschalter möglichst an schnell erreichbaren Stellen, z. B. Wegen, im Abstand von 6 bis 8 km angebracht werden. Abb. 3 zeigt einen derartigen Trennschalter. Abb. 4 zeigt einen Trennschalter mit Sicherung, bei dem ein

Abb. 1 u. 2. Mastkopfformen.

Abb. 3. Trennschalter.

Abb. 4. Trennschalter mit Sicherung.

Auswechseln der Sicherungen vom Boden aus möglich ist. — Bei Nebenleitungen genügt die Verwendung von Stöpselsicherungen, die mittels einer isolierten Stange leicht ausgewechselt werden können. Auch Maststationen werden in England auf diese Weise gesichert.

Bei der Kreuzung von Postleitungen läßt sich die englische Post oft darauf ein, ihre Leitungen unterirdisch zu legen, was meistens billiger wird, als der Schutz durch Netze oder anderes. Transformatoren werden im allgemeinen als Maststationen ausgebaut. Nur dort, wo größere Stationen errichtet werden, wo Speiseleitungen eingeführt werden u. ä., errichtet man

gemauerte Trafo-Stationen und verwendet dabei auch Ölschalter. Freiluft-Schaltanlagen haben den Vorteil, daß man ohne Gebäude und meistens auch ohne Verwendung von Kabeln auskommt, dem steht aber der höhere Anschaffungspreis entgegen. Maststationen bis zu 50 kVA werden auf einem Mast mit Traverse bzw. mit Plattform errichtet. Erst von 100 kVA aufwärts errichtet man zwei und mehr Masten. Auch hier erfolgt die Sicherung, wie oben geschildert, mittels einer Stange vom Boden aus. Es wird geraten, mit der Transformatorengröße nicht unter 5 kVA zu gehen, da mit sinkender Leistung die Wirtschaftlichkeit ebenfalls schnell sinkt. Im Zusammenhang damit werden Kostenvergleiche zwischen Ein- und Dreiphasenleitungen gebracht unter besonderer Berücksichtigung der Tatsache, daß beim Einphasentrafo die Leerlaufverluste und die Anschaffungskosten geringer sind. Ferner werden noch ausführliche Konstruktionsangaben über Transformatoren gemacht.

Interessant sind bei der Beschreibung der Niederspannungsnetze die Ausführungen über die Frage des dreiphasigen oder einphasigen Anschlusses. Man steht in England auf dem Standpunkt, daß nur in größeren Ortschaften das Niederspannungsnetz dreiphasig ausgebaut werden soll, und empfiehlt auf dem Lande einphasigen Anschluß mit Motoren bis zu 5 PS. Dabei wird der Einphasenanschluß empfohlen, obgleich der Motor etwas teurer ist als der Drehstrommotor. — Man kommt demnach in der englischen Landwirtschaft in der Regel mit 5pferdigen Motoren aus, im Gegensatz zu Deutschland, wo er nur in Gegenden mit rein kleinbäuerlicher Struktur, also z. B. in Neubauernsiedlungen, ausreicht.

Im übrigen wird vorgeschlagen, die Querschnitte im Niederspannungsnetz möglichst zu vereinfachen und sich, wo es irgend geht, mit zwei Querschnitten zu begnügen.

Es wird dann eine Reihe von Versuchen geschildert, die Ross über die günstigste Form der Erdung angestellt hat. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die Größe, Form und Tiefenlage des Erdungskörpers den Widerstand u. U. nicht merkbar beeinflußt. Wesentlich herabgesetzt wird der Widerstand aber oft, wenn man den Erdungskörper mit Salz, Phosphat, Koksgrus u. a. umgibt.

Auch das Problem der Schutzschaltung und das Mitführen des Nulleiters bis in die Hausanschlüsse wird behandelt, wobei es dem Bauleiter im einzelnen Falle überlassen bleiben muß, sich zu entscheiden. — Mit Bezug auf die Blitzgefahr wird davor gewarnt, allzu teure Blitzschutzvorrichtungen einzubauen, da ein wirksamer Schutz nur erreicht werden kann, wenn viele Vorrichtungen eingebaut werden. Es wird daher geraten, hier nicht zuviel Kapital zu investieren, sondern lieber gelegentlich eine kurze einmalige Störung in Kauf zu nehmen. *v. W.*

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften*).

Aus den Geschäftsberichten 1934 bzw. 1934/35.

Zu I. Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co.

Der Stromabsatz der der Gesellschaft nahestehenden Elektrizitätswerke ist im verflossenen Geschäftsjahr 1934/35 um 9,6 % gestiegen. Die Erhöhung des Verbrauchs an Elektrizität hat aber den einzelnen Unternehmen, mit Ausnahme eines einzigen, nicht gestattet, ihre Gewinne zu steigern, da der Zugang hauptsächlich bei der Industrie und dem Gewerbe lag und diese nur Preise zahlen können, die den Stromlieferanten einen äußerst geringen Nutzen lassen. Anderseits erfolgten auch Senkungen und Umstellungen der allgemeinen Tarife, die wohl einen Mehrverbrauch, aber keine größeren Einnahmen brachten. Die Verkehrsunternehmungen hatten zwar im Jahre 1934/35 erhöhte Beförderungsziffern aufzuweisen, arbeiteten aber trotzdem mit Verlust. Die Abteilung für Kraftwerksbauten bearbeitet zur Zeit mehrere Auslandsprojekte und setzt das Studium für den Ausbau deutscher Wasserkraftstufen fort, um bereit zu sein, wenn die Absatzmöglichkeit größerer Strommengen die Erbauung solcher Werke rechtfertigt. Die Gesellschaft hat vor Schluß des Geschäftsjahres ihre Beteiligung an der Finanzierungsgesellschaft für elektrische Unternehmun-

*) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 599.

Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1934 bzw. 1934/35, die *schräg*gedruckten auf das Jahr 1933 bzw. 1933/34.

Werte in 1000 RM.

	I.	II.	III.	IV.
Name der Gesellschaft	Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.	Elektrizitäts-AG. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg	AG. Thüringische Werke, Weimar	Elektra AG., Dresden
Geschäftsjahr	Juli/Juni	April/März	Jan./Dez.	Jan./Dez.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**459**	**508**	**190**	—
	506	*722*	*194*	—
II. Beteiligungen	**28 681**	**70 327**	**17 707**	**30 188**
	29 820	*70 334*	*19 124*	*30 314*
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**84**	—	—	—
	71	—	*0,8*	—
2. Effekten	**1 253**	**7 992**	**0,4**	**45**
	656	*7 927*	*0,4*	*83*
3. Forderungen a) an abhängige u. Konzerngesellschaften	**5 551**	**1 010**	**28**	**1 773**
	6 408	*1 323*	*35*	*315*
b) an sonstige Schuldner	**740**	**83**	**97**	**511**
	387	*5*	*297*	*466*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**2 504**	**3 135**	**888**	**12**
	1 661	*2 785*	*666*	*11*
Summe III	**10 132**	**12 220**	**1013,4**	**2 341**
	9 183	*12 040*	*999,2*	*875*
Änderung 1934/35 bzw. 1934 gegen Vorjahr in %	+**10**	+**1,5**	+**1,5**	+**167**
B. Passiva				
I. Grundkapital	**22 000**	**56 500**	**10 000**	**15 000**
	22 000	*56 500*	*10 000*	*15 000*
II. Reservefonds	**2 200**	**6 019**	**1 100**	**3 500**
	2 106	*6 015*	*1 000*	*3 500*
III. Unterstützungsfonds	—	—	—	**194**
	—	—	—	*192*
IV. Rückstellungen	**1 177**	**10 169**	**272**	**127**
	1 026	*10 100*	*85*	*139*
V. Wertberichtigungen	—	**5 275**	—	—
	—	*5 275*	*700*	—
VI. Verbindlichkeiten 1. aus Hypotheken, Schuldverschreibungen, langfrist. Darlehen	**10 742**	—	**2 823**	—
	10 747	*58*	*2 893*	—
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften	**483**	**1 361**	**1 075**	**12 504**
	392	*1 221*	*1 380*	*10 635*
3. sonstige	**1 130**	**1 227**	**3 631**	**350**
	2 439	*1 610*	*4 245*	*838*
Summe VI	**12 355**	**2 588**	**7 529**	**12 854**
	13 578	*2 889*	*8 518*	*11 473*
Änderung 1934/35 bzw. 1934 gegen Vorjahr in %	−9,7	−10,3	−11,7	+14,2
Bilanzschlußzahl	**40 257**	**83 054**	**18 911**	**32 529**
	40 492	*83 096*	*20 318*	*31 189*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**310**	**575**	**103**	**164**
	243	*412*	*17*	*183*
II. Zinsen	**597**	—	**262**	**390**
	606	—	*305*	*558*
III. Abschreibungen	**1 287**	**6**	**471**	**782**
	1 002	*521*	*289*	*1 270*
IV. Jahresreingewinn	**1 552**	**2 151**	—	**716**
	1 648	*1 190*	—	*719*
V. Dividende	**7%**	**4%**	—	**5%**
	8%	*4%*	—	*5%*
VI. Jahresreinverlust	—	—	**6**	—
	—	—	*10*	—

gen in Amsterdam abgestoßen und sich an der Elektrizitätslieferungs-Gesellschaft, Berlin, beteiligt, ferner ihre ungarischen Interessen bei der Drauthaler Elektrizitäts-AG. und der Südungarischen Stromverteilungs-AG., die sich in guter Entwicklung befinden, erweitert.

Zu II. Elektrizitäts-AG. vorm. Schuckert & Co.

Die Elektrizitätswerke, an denen die Gesellschaft beteiligt ist, haben im Jahre 1934 insgesamt 19,2 % mehr Strom abgegeben als im Vorjahre und damit die Abgabeziffer des Jahres 1929 mit dem bisher größten Stromverbrauch noch um 6 % übertroffen. Die Absatz-

steigerung wurde wiederum in der Hauptsache durch Industriestrom mit Großabnehmertarifen hervorgerufen, so daß die Einnahmen nur um 8,9 % größer gewesen sind als 1933. Bei den Bahnbeteiligungen ist der Rückgang in der Zahl der beförderten Personen und der Einnahmen, der in den Jahren 1930 bis 1933 ohne Unterbrechung angehalten hatte, zum Stillstand gekommen. Im Jahre 1934 war darüber hinaus ein geringer Anstieg der Beförderungs- und Einnahmeziffern zu verzeichnen.

Zu III. AG. Thüringische Werke.

Das geschäftliche Ergebnis kann wie im Jahre 1933 auch für das Jahr 1934 als zufriedenstellend bezeichnet werden. Die innere Gesundung der Gesellschaft hat weitere Fortschritte gemacht. Im letzten Vierteljahr 1934 haben das Reich und die außerdem bei der AG. Obere Saale beteiligten Länder Preußen, Sachsen und Thüringen dem Bau der zweiten Saaletalsperre bei Hohenwarte zugestimmt. Die Arbeiten sind der AG. Obere Saale durch ein Reichsgesetz übertragen worden.

Zu IV. Elektra AG.

Die allgemeine Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat sich bei der überwiegenden Anzahl der Unternehmen, an denen die Gesellschaft beteiligt ist, in weiterer Umsatzsteigerung ausgewirkt. Den Versorgungsbetrieben war es demzufolge möglich, verschiedentlich eine Ermäßigung einzelner Tarife vorzunehmen. Bei den Verkehrsbetrieben hat die wirtschaftliche Entwicklung dahin geführt, daß die in den Vorjahren festzustellende rückläufige Bewegung der Inanspruchnahme ihrer Verkehrsmittel zunächst zum Stehen kam und einzelne Monate des Berichtsjahres sogar eine Besserung der Verkehrsziffern gegen das Vorjahr zeigten. Von den an den Beteiligungen eingetretenen Veränderungen ist der weitere Erwerb von Aktien der Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig, in Höhe von nominal 450 000 RM besonders zu erwähnen. *wt.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Johann Weber G. m. b. H., Frankfurt a. M. (20 000 RM): Großhandel mit Elektro- und Rundfunkartikeln sowie artverwandter Gegenstände; Aktis Elektro-Gesellschaft m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation und Vertrieb elektrotechnischer Artikel aller Art.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Verwendung des Elektromotors in der deutschen Landwirtschaft. — In den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben Deutschlands wurden in der Zeit vom Juni 1932 bis Juni 1933 1 169 841 Elektromotoren verwendet gegenüber 746 810 im Jahresdurchschnitt 1924/25. Damit sind gegenwärtig der Stückzahl nach rd. 56,6 % mehr Elektromotoren im Betrieb. Von den 1933 vorhandenen Elektromotoren verfügten 233 064 über eine Nennleistung von mehr als 6 PS. Da in der neueren Erhebung die gesamte Nennleistung nicht ermittelt wurde, ist leider ein Vergleich dahingehend nicht möglich, inwieweit die fortschreitende Anwendung des Elektromotors in der Landwirtschaft die Verwendung von Dampfkraftmaschinen und Leicht- und Schwerölmotoren verringert hat. Die Zahlentafel 1 gibt einen Überblick über die Elektromotorverwendung in den einzelnen Betriebsgrößenklassen während der beiden Vergleichsjahre. Es zeigt sich dabei, daß die größte Steigerung gegenüber 1925 erzielt wurde in den Betrieben mit 50 bis 100 ha, während die Zunahme am geringsten war in den kleinbäuerlichen Betrieben von 2 bis 5 ha.

Zahlentafel 1. Elektromotorenverwendung in den Betriebsgrößenklassen der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe Deutschlands[1]:

Größenklassen nach der Betriebsfläche ha	Anzahl der Elektromotoren	
	Juni 1924 Juni 1925	Juni 1932 Juni 1933
0,51 ··· 2	17 394	26 962
2 ··· 5	133 310	176 371
5 ··· 20	389 332	577 376
20 ··· 50	133 840	254 185
50 ··· 100	29 487	68 799
100 ··· 200	14 996	25 261
200 und darüber	28 451	40 887
zusammen	746 810	1 169 841

[1]) Ohne Saargebiet.

Erzeugung der holländischen Elektroindustrie. — Die amtlichen Erhebungen über die Erzeugung der Elektroindustrie in den Niederlanden erfassen leider nicht die Herstellung von Vorrichtungen für die drahtlose Telephonie und Telegraphie, Drähte und Kabel, Akkumulatoren und Elemente sowie die Glühlampenfabrikation. Da die Niederlande, namentlich durch den Philips-Konzern, auf dem Gebiet der Funkgeräte und der Glühlampen eine nicht unerhebliche Produktion besitzen, stellen die in Zahlentafel 1 gegebenen Erzeugungswerte nur einen geringeren Teil der Gesamterzeugung an elektrotechnischen Erzeugnissen dar. Immerhin läßt sich hieraus feststellen, daß in der vollständig erhobenen Maschinen- und Apparategruppe für Starkstrom sowie in elektrischen Heizapparaten während des vergangenen Jahres ein erneuter Rückgang eingetreten ist, der bei Zählern, Schaltapparaten, Widerständen und Heizapparaten nur gering ist, während er bei Maschinen und Motoren immerhin rd. 10 % beträgt. Dank einer Zunahme der Herstellung der in der Gruppe „Übriges" zusammengefaßten elektrotechnischen Erzeugnisse konnte trotzdem im Jahre 1934 der Gesamterzeugungswert des Vorjahres überschritten und der Wert von 1932 fast erreicht werden. Über den Steigerungsgrad der Erzeugung hinaus hat die Beschäftigung um etwas mehr als 10 % zugenommen, so daß nunmehr in den von der amtlichen Erhebung erfaßten Fabrikationsgruppen 4256 Personen beschäftigt werden (Zahlentafel 2). Die Zahl der in diesen Gebieten tätigen Unternehmungen hat sich ebenfalls weiter erhöht.

Zahlentafel 1. Erzeugung der Elektroindustrie[1]) (Teilerhebungen).

Warengruppen	Produktionswert in 1000 RM			
	1931	1932	1933	1934
Generatoren, rotierende Umformer, Gleichrichter, Transformatoren, Elektromotoren	11 770	7 314	6 522	5 987
elektr. Zähler, Schaltapparate, Widerstände, elektr. Heizapparate	10 584	6 678	7 677	7 620
übriges	4 945	6 194	3 993	6 015
Insgesamt	27 299	20 186	18 192	19 622
Zahl der Unternehmungen	35	37	36	41

Zahlentafel 2. Beschäftigte Personen in der Elektroindustrie[1]) (Teilerhebungen).

Jahr	insgesamt	Arbeiter	Angestellte
1931	4965	3835	1130
1932	3678	2707	971
1933	3716	2801	915
1934	4256	3210	1046

[1]) Die amtlichen Erhebungen der Niederlande erstrecken sich nur auf einen Teil der elektrotechnischen Produktion. Außerhalb der Erfassung bleiben drahtlose Telephonie und Telegraphie, isolierte Drähte und Kabel, Akkumulatoren und Elemente. Desgleichen unterliegt nicht der amtlichen Erhebung die Glühlampenfabrikation, die allein schon den oben angegebenen Produktionswert übertrifft, den auch allein die Ausfuhr an Funkgerät jeder Art im Jahre 1934 mit 75,8 Mill RM übersteigt.

Weiter wachsender Auftragseingang der amerikanischen Elektroindustrie. — Die amtlichen Erhebungen über den Auftragseingang von 78 elektrotechnischen Unternehmungen in den V. S. Amerika, die ungefähr die Hälfte der Gesamterzeugung ausmachen, zeigen weiterhin eine erhebliche Verbesserung des Auftragseinganges. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, betrug der Auftragsanfall in den ersten neun Monaten 1935 1,49 Mrd RM gegenüber 1,18 Mrd RM i. V. und nur 1,0 Mrd RM im Jahre 1933. Die im Frühjahr 1933 begonnene konjunkturelle Aufwärtsbewegung der amerikanischen Elektroindustrie hat damit eine starke Fortsetzung erfahren, das Gesamtergebnis für 1935 dürfte ungefähr dem Stande von 1931/32 entsprechen. Die Wirtschaftsbelebung der amerikanischen Elektroindustrie ist daher immer noch etwas hinter der starken Aufwärtsbewegung der deutschen Elektroindustrie zurückgeblieben, die im vergangenen Jahr ungefähr die Wirtschaftstätigkeit des ersten Krisenjahres 1930 erreichte.

Zahlentafel 1. Auftragseingang in Mill RM[1]).

Viertelj.	1929	1932	1933	1934	1935
I	1 134,0	323,4	256,9	341,3	456,3
II	1 197,0	331,8	352,0	473,6	507,3
III	1 176,0	264,6	394,0	372,0	528,5
IV	966,0	264,6	332,6	443,9	—
Jahr	4 473,0	1 184,4	1 335,5	1 630,8	—

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Funktechnik und Verstärkertechnik.

Fachgruppenleiter: Prof. Dr. Faßbender VDE, VDI.

Vortrag

des Herrn Dr. Kramar am Dienstag, dem 17. März 1936, 20 h, im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über das Thema:

„Die Mittel der Funknavigation in der Luftfahrt".

Inhaltsangabe:

Kurze Zusammenfassung der Navigation bei Sicht.
Welche Aufgaben entstehen für die Navigation bei schlechtem Wetter? Richtung- und Standortbestimmung, Flug auf ein Ziel zu.
Erklärung der Möglichkeiten zur Lösung dieser Aufgaben, zweckmäßige Anwendung, Vor- und Nachteile.
Welche Mittel stellt die Hochfrequenztechnik hierzu zur Verfügung? Grundelemente: Rahmen- und Hochantenne.
Verfahren zur Richtweisung auf der Sende- und Empfangseite: Nullmethode, Maximummethode, Feldstärkenvergleich.
Die Anwendung dieser Verfahren für die oben gestellten Aufgaben in der Verkehrsluftfahrt.
Die zweckmäßige Benutzung der vorhandenen Wellengruppen für die Fern- und Nah-Navigation.
Schilderung der Navigationstätigkeit während eines Fluges bei unsichtigem Wetter in der Verkehrsluftfahrt.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung.

Am Montag, dem 23. März 1936, findet eine Besichtigung der Lehrschau des Atelierbetriebes Neubabelsberg der Ufa Universum Film AG. statt.

Treffpunkt: 14 h am Haupteingang des Betriebes, Stahnsdorfer Straße 99/103, etwa 10 Minuten vom S-Bahnhof „Neubabelsberg" entfernt.

Die Zahl der Besucher ist auf 30 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II) kostenlos erhältlich sind.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen, Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel, Grunewald, Wangenheimstraße 11, Fernruf: C 4 0011, App. 2631
13. 3. 1936 „Sprechabend: Die Durchdringung der Industrie durch die Elektrotechnik"

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau, Leiter: Ingenieur K. Bätz, Wilhelmshagen, Fahlenbergstraße 27, Fernruf: D 4 0011, App. 159
16. 3. 1936 „Isolationsfragen im Elektromaschinenbau" (Vortragender: Dipl.-Ing. Kroker)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik, Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernruf: D 2 0011, App. 136
17. 3. 1936 „Die Installation von Leuchtröhrenanlagen" (Vortragender: Dipl.-Ing. B. Schmidt)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik, Leiter: Dr. H. Boekels, Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernruf: F 8 0014, App. 399
18. 3. 1936 „Meßbrücken" (Vortragender: M. Wolff)

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik, Leiter: Dr. Allerding, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501, App. 86
19. 3. 1936 „Vortragsreihe Glühkathodenröhren, Die Oxydkathode" (Vortragender: Dr. Allerding)

Der Ausschuß Jungingenieure des VDI veranstaltet am Freitag, dem 20. 3. 1936, um 20 h im Großen Saal des Ingenieurhauses einen Jungingenieurabend. Es spricht der Vorsitzende des Kölner Bezirksvereins des VDI Herr Regierungsbaumeister Kloth über das Thema: „Die Rohstofflage Deutschlands". Der Außschuß Jungingenieure im BBVDI hat die Jungingenieure des VDE zu diesem Vortrag und dem anschließenden kameradschaftlichen Beisammensein eingeladen.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Geschäftsführer
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 17. 3. (Di), 20 h 15 m, „Saal der Technik": „Photozelle; Eigenschaften und technische Anwendungen". W. Kluge.

Gau Halle. 16. 3. (Mo), 20 h 15 m, Phys. Inst.: „Der augenblickliche Stand des Fernsehens" (m. Lichtb., Vorführung und Film „Schreibendes Licht"). Dr. Heidenreich.

Gau Hansa, Hamburg. 18. 3. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalten: „Aufbau, Betrieb und Verwendungsbereich von Elektrostahl- und Härte-Öfen" (m. Lichtb. u. Film). Dipl.-Ing. Schmidt.

Gau Köln. 20. 3. (Fr), 20 h Lesegesellschaft: „Neuerungen auf dem Gebiete der öllosen Schalter und ihre Antriebe". Dr.-Ing. Schmitz VDE.

Gau Kurpfalz, Mannheim. 20. 3. (Fr), 20 h 15 m, Verb.-Räume, Otto-Beck-Straße 21: „Der Stromrichter als neues Maschinenelement". Dr. Leukert.

Gau Magdeburg. 17. 3. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Zwölf-Phasen-Gleichrichter im Betrieb". Dr.-Ing. E. Schulze VDE.

Gau Niederrhein, Krefeld. 18. 3. (Mi), 20 h 15 m, Industrie- und Handelskammer: „Die Wunder der unsichtbaren Lichtstrahlen (Infrarot und Ultraviolett)". Dr. G. Wichern. (Mit Damen.)

Gau Nordmark, Kiel. 13. 3. (Fr), 20 h 15 m, Holst's Hotel am Schloßgarten: „Entwicklung des Installationsmaterials und der Antriebsmotoren in Molkereien" (mit Lichtb.). Prof. Plock. (Mit Damen.)

Gau Südbaden, Freiburg i. Br. 19. 3. (Do), 20 h 15 m, Freiburger Hof: „Lichtelektrische Schutz- und Steuerverfahren" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Obering. Voigt.

Gau Württemberg, Stuttgart. 19. 3. (Do), 20 h, Elektrot. Inst.: „Geräuscherscheinungen bei elektrischer Energieumsetzung". Prof. Dr. E. Lübcke.

WEI

Amerika-Studienfahrt der Elektroindustrie.

Die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie veranstaltet in Gemeinschaft mit dem Norddeutschen Lloyd vom 2. bis 30. 4. 1936 eine Studienfahrt nach den V. S. Amerika. Die Reise soll den Teilnehmern durch den Besuch der auf den einzelnen elektrotechnischen Gebieten führenden Unternehmungen einen Überblick über die Fabrikation der amerikanischen Elektroindustrie geben. Neben einer Förderung der fachlichen Interessen soll die Fahrt für die Teilnehmer zugleich eine Freude und Erholung sein, zudem die Aus- und Heimreise mit den Dampfern „Europa" und „Bremen" erfolgt. Infolge des niedrigen Dollarkurses beträgt der Preis für diese vierwöchige Reise rd. 1200 RM. Anfragen sind zu richten an die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Brauns †. — Am 16. Februar d. J. ist der Ministerialrat im Reichspostministerium, Otto Brauns, im fast vollendeten 64. Lebensjahr gestorben. Er stammte aus Veerssen (Kreis Ülzen), wurde im Januar 1891 Posteleve und verbrachte seine ersten Ausbildungsjahre im Bezirk Hannover. 1894 wandte er sich dem Fernmeldewesen zu und wurde schließlich nach weiterer Ausbildung, bei der seine Tüchtigkeit besondere Anerkennung fand, 1907 ins Telegraphenversuchsamt berufen. Während seiner langjährigen Tätigkeit im Telegraphenversuchsamt (dem späteren Telegraphentechnischen Reichsamt) hat Otto Brauns besonders das Gebiet der Influenzwirkungen von Hochspannungsanlagen auf Telegraphen- und Fernsprechleitungen und allgemein der Störungen von Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen bearbeitet, ein Gebiet, das zu erforschen für alle Beteiligten der Mühe wert war. Viele seiner grundlegenden Arbeiten, die ihm auch die besondere Anerkennung des Reichspostministeriums eingetragen haben, sind in der ETZ (Jahrgänge 1908 bis 1920) erschienen.

1921 wurde Brauns in das Reichspostministerium berufen und 1923 zum Ministerialrat befördert. Auch im Reichspostministerium hat Brauns der Verwaltung wertvolle Dienste geleistet, die ihm ebenso wie seine rein menschlichen Eigenschaften ein dauerndes Andenken sichern.

A. W. Weyers †. — Am 27. Januar 1936 verschied in Köln infolge eine Schlaganfalls im Alter von 53 Jahren Herr Ing. A. W. Weyers VDE. Vor mehr als 30 Jahren trat er bei der Gottfried Hagen AG., Köln-Kalk, ein, bei welcher er bis zu seinem Tode als Vertriebsingenieur der Abteilung Kölner Accumulatoren-Werke für die Rheinprovinz tätig war. Alle, mit denen Herr Weyers im Laufe der langen Jahre geschäftlich oder privat in Berührung kam, werden das Dahinscheiden dieses prächtigen und rechtschaffenen Mannes bedauern. VDE Gau Köln.

H. Probst. — Am 1. März 1936 konnte Dr.-Ing. E. h. Dir. Heinrich Probst VDE sein 40jähriges Dienstjubiläum bei der AEG, Berlin, feiern. Heinrich Probst ist 64 Jahre alt und einer unserer führenden Fachleute im Schaltanlagenbau, den er seit den ersten Anfängen bis heute betreut und durch ständige Fortentwicklungen bereichert hat. Er wirkte schon beim Bau der ersten Berliner Unterwerke mit, schuf später die ersten feuersicheren Ölschalterzellen und gab grundlegende Richtlinien für die Entwicklung der Freiluftanlagen. Seine Verdienste haben öffentliche Anerkennung in reichem Maße gefunden, u. a. 1921 durch Verleihung der Ehrendoktorwürde der T. H. Darmstadt.

H. Probst.

K. Scheel. — Am 10. März 1936 hat der Geheime Regierungsrat und Oberregierungsrat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Karl Scheel, Berlin-Dahlem, in voller Rüstigkeit seinen siebzigsten Geburtstag gefeiert. Das Feld, auf dem er als forschender Physiker gearbeitet hat, liegt dem Elektrotechniker etwas ferner; sein Name ist jedoch jedem Ingenieur, sofern er nicht nur Praktiker ist, geläufig und vertraut als der Name des Verfassers oder Herausgebers zahlreicher Zeitschriften und Bücher, ohne die auch auf dem Gebiete der Technik wissenschaftliche Arbeit nicht gut möglich ist. Ich erinnere an die Zeitschrift für Physik, insbesondere aber an die früheren „Fortschritte der Physik" und die jetzigen musterhaft geleiteten und ausgestalteten „Physikalischen Berichte", die im In- und Ausland als unentbehrliches Hilfsmittel der Forschung anerkannt sind. Herr Geheimrat Scheel ist außerdem Herausgeber oder Mitherausgeber zahlreicher Bände der „Sammlung Vieweg", des vielbändigen „Handbuchs der Physik", des „Handwörterbuchs der Physik", des großen von Landolt und Börnstein begründeten Tabellenwerks und des Kohlrauschschen Lehrbuchs der praktischen Physik. Bei der Fülle und dem Umfang der von Herrn Scheel im Laufe der Jahre geleisteten Arbeit ist es schier unbegreiflich, wie er die Zeit gefunden hat, nebenher auch noch Geschäftsführer der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu sein und sich in Ausschüssen zu betätigen. Es liegt mir besonders am Herzen, hier seiner Mitarbeit beim AEF zu gedenken. Er zählt zwar vielleicht nicht zu seinen Gründern, sicher aber zu seinen ältesten Mitgliedern. Noch heute arbeitet er in 10 Unterausschüssen mit; die Einheitenlisten des AEF sind im wesentlichen sein Werk. Dabei ist es immer wieder zu bewundern, mit welcher Elastizität und welchem Verständnis er sich auch heute noch für Neuerungen einsetzt, wenn sie nur gut sind und nicht an berechtigten alten Gebräuchen rütteln. Ich spreche wohl im Sinne der Fachgenossen, wenn ich ihm zu seinem 70. Geburtstag für all das, was er im Laufe seines Lebens der Elektrotechnik geschenkt hat, herzlichst danke und ihm für seinen Lebensabend alles Glück wünsche.

J. Wallot VDE.

K. Scheel.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Berlin. 19. 3. (Do), 17 h 30 m, T. H.: „Optische Gefahrwahrnehmung". Dr.-Ing. H. Lossagk.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 17. 3. (Di), 19 h, Ingenieurhaus: „Buntes aus dem Gesichtsfeld eines Maschineningenieurs im Auslande" (mit Lichtb.). Reichsbahndir. Rintelen.

Berichtigung.

Im H. 1 der ETZ dieses Jahres war auf S. 20 in der Abteilung „Ausletzter Zeit" über eine Kraftleitung mit 3683 m Spannweite berichtet worden. Zu berichtigen ist, daß diese Leitung in Norwegen (nicht in Schweden) liegt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 6. März 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 19. März 1936 | Heft 12

Einige Grundlagen der Elektrizitätsleitung und der Stromquellen,

erläutert durch einfache Schauversuche*).

Von Prof. Dr. R. W. Pohl, Göttingen.

621. 3. 001. 4

Übersicht. Der Vortragende war vom VDE eingeladen worden, etwas über die Grundlagen der Elektrotechnik in der Form zu bringen, die in seinen Göttinger Vorlesungen über Experimentalphysik erprobt worden ist und die in seiner Darstellung der Elektrizitätslehre (4. Auflage, Springer 1935) benutzt wird. Dabei werden neuere Untersuchungen seines Instituts herangezogen, die sich mit der Elektronenleitung in durchsichtigen Kristallen befassen und die Vorgänge in den Halbleitern der optischen Beobachtung zugänglich gemacht haben. (Originalarbeiten in den Göttinger Nachr., Math. Phys. Kl.. 1930 ff.)

Die beiden Gegenstände, Grundlagen der Elektrizitätsleitung und der Stromquellen, hängen eng miteinander zusammen. Bei den Stromquellen handelt es sich darum, Elektrizitätsatome von entgegengesetztem Vorzeichen (+ und —) voneinander zu trennen und so ein elektrisches Feld aufzubauen. Bei den Leitungsvorgängen findet genau das Umgekehrte statt: dort werden die Elektrizitätsatome von entgegengesetztem Vorzeichen wieder vereinigt und dadurch das elektrische Feld zerstört.

Wir wollen beginnen mit dem

Mechanismus der Elektrizitätsleitung,

und zwar zunächst mit zwei vorläufigen Versuchen.

1. Versuch: Wir nehmen uns einen einfachen Plattenkondensator (Abb. 1). Zwischen den Platten stellen wir eine Spannung von einigen 1000 V her. Dann entsteht in bekannter Weise das elektrische Feld. An den Enden seiner Feldlinien sitzen die elektrischen Ladungen oder Elektrizitätsatome. Wir nehmen nun einen Elektrizitätsträger, einen Löffel am Bernsteinstiel, und bewegen ihn zwischen den Platten hin und her. So tragen wir die Elektrizitätsatome, die an dem einen Feldlinienende sitzen, sagen wir: die positiven Atome, von rechts nach links herüber und ebenso die negativen Elektrizitätsatome von links nach rechts. Dadurch bringen wir die Elektrizitätsatome zur Vereinigung. Sie sehen: während ich den Löffel hin und her bewege, zerfällt das Feld.

Abb. 1. Feldzerfall durch Ladungstransport mit einem mechanisch bewegten Elektrizitätsträger.

2. Versuch: Wir machen alles ebenso, nur überbrücken wir diesmal die beiden Metallplatten des Kondensators durch einen leitenden Körper (Taschentuch) (Abb. 2). Wir sehen: auch diesmal geht die Spannung herunter.

Aus dem Vergleich dieser beiden Versuche ziehen wir eine Folgerung. Die Elektrizitätsatome, die wir mit dem Löffel hin und her getragen haben, um so die paarweise Vereinigung zu ermöglichen, konnten im zweiten Versuch, bei dem wir die Platten mit einem Körper überbrückten, ohne fremde Hilfe von einer Platte zur anderen hinüberlaufen. Wir folgern daraus, daß die Elektrizitätsatome durch den leitenden Körper hindurchlaufen, hindurchwandern oder hindurchströmen können, meinetwegen auch: hindurchfließen. Wir haben hier viele bildhafte Worte.

Abb. 2. Feldzerfall bei Überbrückung der Kondensatorplatten durch einen leitenden Körper (Taschentuch).

Die erste Vorstellung ist also die, daß durch einen Leiter Elektrizitätsatome hindurchwandern oder -fließen können. Diese altbekannte Vorstellung wollen wir an einer Folgerung erproben. Wir wollen uns mit dieser Vorstellung den Leitungsvorgang in Luft ansehen. Zu diesem Zweck machen wir folgende Versuchsanordnung.

3. Versuch: Zur Abwechslung legen wir die Kondensatorplatten einmal waagerecht. Zwischen den Platten ist Luft. Wir machen darin einen Leitungsvorgang, den ich zunächst mit einer Handbewegung schematisch andeute. Das Feld würde also zerfallen. Wir stellen uns jetzt die Aufgabe, das Feld, obwohl es durch Leitung dauernd zerfällt, im stationären Zustand aufrechtzuerhalten. Was muß geschehen, um trotz des dauernden Zerfalls das Feld auf einem stationären Wert aufrechtzuerhalten? Die Elektrizitätsatome, die durch den Leitungsvorgang verloren gehen, indem sie sich paarweise vereinigen, müssen wir ersetzen. Den Ersatz beziehen wir von einer beliebigen Stromquelle (Abb. 3). Als Transportmittel benutzen wir die Leitung durch zwei Metalldrähte. In den einen Metalldraht schalten wir ein Drehspulamperemeter ein. Die Stromquelle soll also dauernd den Ersatz für die beim Feldzerfall abwandernden Elektrizitätsatome liefern. Für den Leitmechanismus ist nun das Wesentliche, daß wir geeignete Elektrizitätsträger in die Luft hineinbringen, die den Transport der Ladungen übernehmen können. Ich könnte wiederum den Löffel benutzen. Aber das wäre langweilig; es wäre eine Wiederholung, und außerdem

*) Nachschrift eines Vortrages, gehalten auf der Jahresversammlung des VDE Gau Berlin-Brandenburg am Dienstag, dem 28. Januar 1936.

müßte ich den Träger sehr schnell hin und her bewegen. Auch würden Sie mit Recht einen Punkt beanstanden: dieser Elektrizitätsträger wird mechanisch von meiner Hand bewegt, während bei jeder echten Elektrizitätsleitung das elektrische Feld selbst die Bewegung der Elektrizitätsträger einleitet und aufrechterhält. Also müssen wir uns über geeignete Elektrizitätsträger verständigen. Wir wollen Aluminiumpulver nehmen, also Aluminiumbronze, wie man sie zum Anstreichen von Öfen benutzt.

Abb. 3. Trägerleitung in Luft. Als sichtbarer Elektrizitätsträger wird Aluminiumpulver benutzt. Die hin- und hergehenden Träger bilden eine Wolke, die im Schattenriß dunkelgrau, in Aufsicht silbrig glänzend erscheint. Die Wolke ist hier im Bild nur durch Punktierung angedeutet. Rechts Influenzmaschine, links Drehspulamperemeter. 1 Skalenteil = 10^{-5} A.

Als Stromquelle verwenden wir eine Influenzmaschine. In den Plattenkondensator füllen wir etwas von dem Aluminiumpulver ein. Inzwischen ist das Drehspulamperemeter eingeschaltet worden. Wir können jetzt die Elektrizitätsträger im Auflicht oder im Schattenbild beobachten. Sie sehen den Ausschlag des Amperemeters. Ich puste jetzt die Elektrizitätsträger heraus, und es geht mit dem Rest nur noch kümmerlich.

Wir haben also mit diesen noch gut als Individuen sichtbaren Elektrizitätsträgern einen Strom von 10^{-5} A hergestellt. Die Elektrizitätsträger als Individuen waren aber nur für die Herren auf den vorderen Plätzen sichtbar. Diese Bevorzugung wollen wir jetzt vermeiden. Wir wollen einen zweiten Versuch bringen, bei dem auch die Herren auf den vorderen Plätzen die Elektrizitätsträger nicht mehr als Individuen sehen können, sondern nur noch als einen Schwarm, als eine Wolke.

4. Versuch: Wir wählen genau die gleiche Anordnung; nur steht jetzt unser Kondensator wieder aufrecht (Abb. 4). Die kleinen Elektrizitätsträger, die wir

Abb. 4. Trägerleitung in Luft. Kerzenflamme als Ionenquelle. (Aus R. W. Pohl, Elektrizitätslehre, 4. Aufl., Verlag Springer 1935).

jetzt benutzen wollen, sind Ionen, also Moleküle, die Elektrizitätsatome zuviel oder zu wenig haben. Diese Ionen stellen wir uns mit einem Ionisator her. Als einfachen Ionisator nehmen wir uns ein brennendes Stearinlicht. Bei den lebhaften chemischen Vorgängen in der Flamme entstehen massenhaft Ionen; außerdem, wie jeder weiß, heiße Luft. Die heiße Luft strömt nach oben und ist im Schattenbild in Form von Schlieren gut sichtbar.

Wenn wir nun das elektrische Feld anschalten, dann werden die Elektrizitätsträger von entgegengesetztem Vorzeichen nach links und nach rechts wandern, und durch die innere Reibung nehmen sie die heiße Luft mit. Ohne das elektrische Feld werden Sie die heiße Luft nach oben steigen sehen. Legen wir das elektrische Feld an, dann werden Sie sehen, wie sie nach beiden Seiten auf die Kondensatorplatten zuströmt (folgt Vorführung).

Wenn wir diesen Versuch eine Minute lang fortsetzten, würden wir auf der negativen Platte eine dicke Schicht Ruß finden. Die positiven Elektrizitätsträger sind nichts weiter gewesen als kleine unverbrannte Kohlenstoffteilchen. Der negative Pol ist also mit einer Rußschicht überzogen. Wir können scherzhaft sprechen von einer Galvanoplastik mit Ruß, in Luft ausgeführt.

Das wäre also die Elektrizitätsleitung in Luft mit sichtbaren Trägern.

5. Versuch: In entsprechender Weise wollen wir jetzt auch eine Elektrizitätsleitung in einer Flüssigkeit betrachten, und zwar in Wasser. Wasser ist, wie Ihnen bekannt, an und für sich ebenso wie Luft ein Isolator. Ebenso wie in der Luft fehlen die Elektrizitätsatome, die wandern oder fließen können. Wir müssen also in das Wasser irgendwelche Elektrizitätsträger hineinbringen, z. B. irgendein Salz auflösen. Es handelt sich aber darum, Elektrizitätsträger zu bekommen, die wir mit dem Auge verfolgen können. Also nehmen wir ein Salz, das farbig ist, und zwar in diesem Falle Kaliumpermanganat. Wir haben dann zwei Ionensorten: K^+ und MnO_4^-. Dieses MnO_4^--Ion ist rot gefärbt und mit dem Auge gut zu verfolgen.

Abb. 5. Trägerleitung in einer Flüssigkeit mit sichtbarer Wanderung gefärbter Ionen. Die in Wirklichkeit weinrot erscheinende Wolke der negativ geladenen MnO_4-Ionen ist hier im Bilde durch Punktierung angedeutet.

Die Versuchsanordnung ist folgende (Abb. 5). Wir nehmen eine Glasplatte. Darauf legen wir zwei Streifen Fließpapier *F*. Auf dieses Fließpapier legen wir eine zweite Glasplatte. Auf diese Weise schaffen wir uns eine flache Kammer von der Dicke des Fließpapiers. Da hinein bringen wir das Wasser. An die Seiten legen wir zwei Metallstreifen als positive und negative Elektrode. 220 V genügen für unseren Versuch vollständig. Zur Ausführung des Versuchs fügen wir links in den Schlitz *S* ein paar Tropfen der farbigen Salzlösung hinzu.

Nun bringen wir das Feld heran. Wir sehen, daß die MnO_4^--Ionen mit negativer Ladung nach rechts auf den positiven Pol hinwandern. Wir polen das Feld um: die Ionen wandern zurück.

Während der Leitung treten Konzentrationsänderungen auf; wir sehen direkt die rote Wolke in der Kammer vorwärtslaufen. Das ist physiologisch sehr interessant. Stellen Sie sich vor, die Kammer sei eine Zelle unseres Körpergewebes. Jeder weiß, daß der elektrische Strom Wirkungen auf unseren Organismus ausübt. Physikalisch kann er nichts anderes machen als eine Ionenleitung. Wir sehen deutlich, wie diese Ionenleitung hier zu Konzentrationsänderungen führt. Sie sahen nun, wie bei einem Feldwechsel die Wolke nach rechts und dann wieder nach links lief usw. Erfolgt also der Feldwechsel rasch genug, so entstehen keine merklichen Verschiebungen der Wolke, also auch keine merklichen Konzentrationsänderungen. So erklärt sich das Fehlen physiologischer Wirksamkeit hochfrequenter Wechselströme. Das kann man mit diesem einfachen Versuch veranschaulichen.

Wir gehen nun über zur Elektrizitätsleitung in festen Körpern. In festen Körpern kann man eine Elektrizitätsleitung sowohl mit Ionen als auch mit Elektronen haben, also Elektrizitätsatome von Trägern getragen oder für sich allein laufend. Wünschenswert ist natürlich eine Vorführung der Elektronenleitung und, wenn es irgend geht, der Elektronenleitung in Metallen, die den Elektrotechniker am meisten interessiert. Leider kann man eine Elektronenleitung in Metallen nicht sichtbar machen; wir können in Metalle nicht hineinsehen. Aber erfreulicherweise können wir die Elektronenleitung in anderen festen Körpern sichtbar machen, nämlich in klaren, durchsichtigen Kristallen.

In Kristallen sind grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Elektrizitätsleitung durch Elektronen möglich. Entweder haben wir eine Überschußleitung. Stellen Sie sich vor, wir haben irgendwo in dem Kristall ein Elektron zu viel. Das wandert auf den positiven Pol zu. Oder wir haben ein Elektron zu wenig (Abb. 6). Dann kann ein

Abb. 6. Zur Erläuterung der Elektronenersatzleitung. Das in dem positiven Kreis fehlende Elektron wird von der Kathode her in der Reihenfolge *1, 2, 3, 4* ersetzt.

Elektron 1 kommen und die zuvor positive Stelle neutral machen. Natürlich fehlt dann das Elektron an der anderen Stelle und so fort in der Reihenfolge 2, 3, 4. Also: fehlende Elektronen können ersetzt werden durch eine Nachlieferung von links, vom negativen Pol her (Ersatzleitung).

Diese beiden Arten der Elektronenleitung in Kristallen kann man nun mit den klaren, durchsichtigen Kristallen der Alkali-Haloide gut vorführen.

6. Versuch: Wir beginnen mit der Überschußleitung. Wir nehmen also den Fall, daß der Kristall einige Elektronen zu viel hat. Als Material benutzen wir Kaliumbromid, KBr: einen klaren Kristall, aufgebaut aus positiven Kaliumionen und negativen Bromionen. Der Einfachheit halber zeichnen wir in Abb. 7 nur die positiven Metallionen. Wir bringen nun in den Kristall einige Elektronen hinein, die nicht hineingehören. Diese überzähligen Elektronen vereinigen sich mit den positiven unsichtbaren Kaliumionen zu neutralen Kaliumatomen. Sie sind in Abb. 7 als schwarze Kreise gekennzeichnet. Diese Atome sind sichtbar, und zwar sehen sie in ihrer Kristallumgebung blau aus. Also: wir nehmen einen Kaliumbromidkristall mit einigen überschüssigen Kaliumatomen, die blau aussehen. Diese überschüssigen Metallatome nennt man Farbzentren. Diese Farbzentren sind in sehr geringer Konzentration vorhanden, etwa $1:10^6$. Die meisten Kaliumatome haben also keinen Elektronenpartner; von 10^6 Ionen ist immer nur eins ausgezeichnet. Wir haben es also mit einer Massenerscheinung zu tun unter Auszeichnung weniger Individuen. Und was da geschieht, ist uns allen geläufig: Es treten Ausgleichsbestrebungen auf, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur oder je lebhafter die Bewegung ist. Wenn wir also mit der Temperatur in die Höhe gehen, so wird ein allmählicher Austausch der Elektronen statfinden. Jedes Ion will auch einmal herankommen, und so muß das Elektron seinen Platz wechseln. Die Elektronen werden in dem Kristall diffundieren und bald mit diesem, bald mit jenem Ion ein sichtbares Metallatom bilden.

Abb. 7. Zur Elektrizitätsleitung in durchsichtigen Kristallen mit überzähligen Elektronen (Überschußleitung).

Legen wir nun an den Kristall ein elektrisches Feld, so bekommt die Diffusion eine Vorzugsrichtung. Die Elektronen, die thermisch abdissoziiert werden, gehen nach rechts. Wir müssen also, wenn wir das elektrische Feld anschalten, sehen, daß die blaue Wolke nach rechts, zum positiven Pol hinüber, wandert (Abb. 8). Polen wir das Feld um, dann wandert die Wolke zurück. (Folgt Vorführung.)

Abb. 8. Sichtbarmachung der Elektrizitätsleitung durch überschüssige Elektronen in einem KBr-Kristall. Natürliche Größe. Die Auswanderung der sichtbaren blauen Wolke erfolgt in einigen Sekunden.

Wir kommen nun zu dem entsprechenden anderen Fall: zu den Kristallen, die zu wenig Elektronen haben. Aus äußeren Gründen wählen wir diesmal nicht Kaliumbromid, sondern Kaliumjodid, KJ, weil die Erscheinung hier leichter sichtbar ist. Wir zeichnen in Abb. 9 nur die negativen Jodionen.

7. Versuch: Die negativen Jodionen sind unsichtbar. Ein Jodion entsteht aus einem Jodatom, das ein Elektron angelagert hat (Abb. 9). Wir nehmen also Kristalle, die einige Elektronen zu wenig haben. D. h. einige Jodatome haben kein Elektron abbekommen. Sie sind Jodatome und als solche sichtbar geblieben. Sie sind in Abb. 9 als schwarze Punkte markiert. In seiner Kristallumgebung hat das Jodatom eine braune Farbe. Füge ich ein Elektron an, dann wird es ein Jodion und wird unsichtbar.

Abb. 9. Zur Elektrizitätsleitung in Kristallen, in denen einzelne Elektronen fehlen (Elektronenersatzleitung).

Als Versuchsstück nehmen wir also einen Kaliumjodidkristall, der einen kleinen Überschuß von neutralem Jod enthält. Die Konzentration ist ebenso wie vorhin minimal, etwa $1:10^6$. Die Betrachtungen sind nun genau so wie vorhin. Wieder haben wir es mit einer Massenerscheinung zu tun. Wieder ergibt sich bei gesteigerter Temperatur eine Diffusion, die im elektrischen Feld eine Vorzugsrichtung bekommt. Wie muß in diesem Fall die Vorzugsrichtung sein? Die hier fehlenden Elektronen müssen nachgeliefert werden, also aus der Richtung der Kathode. Wenn wir also eine Nachlieferung eines Elektrons bekommen, so wird dieses Jodatom durch Anlagerung eines Elektrons zu einem unsichtbaren Jodion. Aber das Jodion, das sein Elektron verloren hat, wird als Jodatom sichtbar. In diesem Fall muß also die braungefärbte Wolke nach links abrücken (Abb. 10). Polen wir

Abb. 10. Sichtbarmachung einer Elektronenersatzleitung. Natürliche Größe. Die Auswanderung der braunen Wolke erfolgt innerhalb einiger Sekunden.

das Feld um, dann wandert sie nach rechts (folgt Vorführung).

Diese beiden Arten der Elektronenleitung in Kristallen (Wanderung überschüssiger Elektronen und Elektronen-Ersatzleitung) spielen eine große Rolle bei den Halbleitern, die neuerdings eine erhebliche technische Bedeutung gewinnen. Ich möchte nicht unterlassen, einige Namen anzugeben:

Gudden, Erlangen; Schottky, Siemensstadt; Wagner, Darmstadt; sowie die Göttinger Herren Dr. Hilsch (der mir heute hilft), Dr. Mollwo und Dr. Stasiw.

Alle Halbleiter haben die Eigenschaft, ihre Leitfähigkeit unter der Einwirkung des Lichtes zu ändern. Oder, besser gesagt: Alle Halbleiter sind zugleich lichtelektrische Leiter. Nehmen wir als Beispiel das Kupferoxydul, das für die bekannten Sperrschichtzellen usw. benutzt wird.

Von diesen wichtigen Halbleitern möchte ich nur ein einziges Beispiel geben; ich möchte einen Halbleiter zeigen, der mit Überschußleitung arbeitet und als lichtelektrischer Leiter benutzt wird.

8. Versuch: Wir nehmen wiederum einen Kaliumbromidkristall, aber von einer besonderen Beschaffenheit, die den großen Kreis nicht interessiert. Dieser Kaliumbromidkristall ist so verändert, daß er ultraviolettes Licht stark absorbiert. Während er das ultraviolette Licht absorbiert, werden Elektronen abgespalten. Die abgespaltenen Elektronen verbinden sich mit irgendwelchen Kaliumionen und werden so als Farbzentren sichtbar. Wenn nun das elektrische Feld angelegt wird, so sollen die wanderungsfähigen Farbzentren vor unseren Augen aus dem Kristall herauslaufen.

Wir nehmen also den Kristall bei einer Temperatur von einigen 100°. Er ist zunächst farblos. Wir lassen dann ultraviolettes Licht auf ihn fallen, indem wir aus dem Strahlengang der Bogenlampe ein Filter wegnehmen, so daß jetzt außer sichtbarem auch ultraviolettes Licht auf den Kristall fällt. Dann entstehen vor unseren Augen die Farbzentren. Das elektrische Feld wird angelegt, und die Belichtung wird weiter fortgesetzt. Wir warten den stationären Zustand ab, bei dem dauernd Elektronen nachgebildet werden und abwandern. Ich möchte Ihnen sagen, was Sie sehen werden, denn die Erscheinung ist nicht so grob sinnfällig wie die bisherigen. Wir werden deutlich erkennen, wie die Farbzentren nach rechts abwandern und vor der Kathode ein klarer Raum dauernd bestehen bleibt (Abb. 11). Die Elektronen werden im ganzen Kristall gebildet; sie wandern ab, und zwar in der Nähe der Kathode mit besonderer Geschwindigkeit. Dort liegt ein hohes elektrisches Feld, der Kathodenfall (Versuch).

Abb. 11. Entstehung eines sichtbaren Kathodenfalles in einem lichtelektrisch leitenden KBr-Kristall. Die durch das Licht gebildeten und als blaue Farbzentrenwolke sichtbaren Elektronen sind in der Photographie besser sichtbar als bei Projektion mit weißem Licht.

Wenn wir also ein Amperemeter und einen Spannungsmesser anschalten, dann würden wir die Bedingungen haben, mit denen man bei einer technischen Zelle arbeitet. Sie sehen: es ist ein ganz verwickelter Vorgang, wie in einem Neonrohr und dgl. bei der Gasentladung. Wer sich das vergegenwärtigt, wird sich nicht mehr wundern, daß man bei der Untersuchung der technischen Halbleiter bisher keine einfachen Gesetzmäßigkeiten gefunden hat.

Mit diesem Versuch sollte gezeigt werden, daß es sich um einen recht verwickelten Vorgang in den lichtelektrischen Halbleitern handelt, und daß es schon sehr erwünscht ist, wenn man mit dem Auge den Vorgang verfolgen, also in Kristalle hineinsehen kann. Die letzten Beispiele sind typisch für die Versuche, um die wir uns in Göttingen bemüht haben. Immer wieder ist unser Bestreben, die Vorgänge der Elektrizitätsleitung nicht nur mit elektrischen Hilfsmitteln zu verfolgen, sondern mit gleichzeitiger optischer Beobachtung. Man wird damit ebenso sehr vom Fleck kommen wie in dem entsprechenden Fall bei der Elektrizitätsleitung in Gasen.

Damit ist der erste Teil des Vortrags, der Mechanismus der Leitung, beendet.

Wir kommen nun zum zweiten und sehr viel kürzeren Teil des Vortrags, zu dem

Mechanismus der Stromquellen.

Alle Stromquellen, die man überhaupt haben kann, sind immer wieder auf ein und dasselbe Schema (Abb. 12) zurückzuführen: 2 Kondensatorplatten, verbunden mit irgendeinem Stromanzeiger (Amperemeter), und zwischen ihnen positive und negative Elektrizitätsträger, zunächst paarweise vereinigt. Jetzt werden auf irgendeine Weise durch irgendwelche Kräfte die positiven und negativen Träger voneinander getrennt und in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die Kräfte, die man benutzt, um solche Ladungen zu trennen, nannte man früher elektromotorische Kräfte, ladungstrennende Kräfte. Dieser Ausdruck „elektromotorische Kraft" ist aber völlig unbrauchbar geworden durch die ständige Verwechslung mit dem Wort elektrische Spannung. Ich glaube, das ganze technische und physikalische Schrifttum würde gewinnen, wenn dieses schreckliche Wort „elektromotorische Kraft", die keine Kraft mehr ist, sondern eine elektrische Spannung, verschwände; vor allem der scheußliche Plural EMKK; man verwechselt ihn leicht mit dem Namen einer Behörde.

Abb. 12. Zur Definition des Wortes Stromquelle. (Aus R. W. Pohl, Elektrizitätslehre, 4. Aufl., Verlag Springer 1935).

Wir brauchen wirklich Kräfte, um die Ladungen räumlich voneinander zu trennen. Der Elektrotechniker benutzt zur Herstellung dieser Kräfte bevorzugt elektrische Felder, die er sich mit Hilfe der Induktionserscheinungen herstellt. Aber gerade die Induktionserscheinungen wollen wir heute abend nicht vornehmen. Wenn man sie erschöpfend behandeln will, muß man bis auf die Lorentz-Umformungen zurückgehen.

Wir wollen uns heute auf solche ladungstrennenden Kräfte beschränken, die rein mechanischen Ursprungs sind. Wir wollen mit grobmechanischen Mitteln die beiden Ladungen voneinander trennen und die Spannungen herstellen, mit deren Hilfe wir die Ströme durch die Leiter treiben.

9. Versuch: Wieder soll es ein möglichst primitiver Versuch sein. Wir führen ihn in folgender Weise aus: Wir nehmen uns einen kleinen Kasten oder ein Glas (Abb. 13). Da hinein tun wir kleine Bleikugeln und Schwefelpulver. Durch die Berührung laden sie sich positiv und negativ auf; sagen wir: die Bleikugeln negativ und der Schwefel positiv. Wir haben also ein enggepacktes Gemisch positiver und negativer Ladungsträger. Diese müssen irgendwie voneinander getrennt werden. Zu diesem Zweck gießen wir das Gemisch aus. Die schweren

Bleikugeln fallen schnell nach unten, während das Schwefelpulver als Wolke langsam von oben heruntersinkt. Die Bleikugeln fangen wir unten mit einem Teller auf, an dem ein Meßinstrument angeschlossen ist. Als ladungstrennende Kraft nehmen wir also den Luftwiderstand bei der Fallbewegung. Da unsere Arme zu kurz sind, um den Fallweg lang genug zu machen, werden wir mit etwas Wind von der Seite nachhelfen. (Folgt Vorführung.) Es sind 10 000 V, die wir in wenigen Sekunden erzielen.

Abb. 13. Trennung von Elektrizitätsträgern durch verschiedene Fallgeschwindigkeit (feines Bleischrot und Schwefelstaub). Ein seitlicher oder aufwärts gerichteter Luftstrom, z. B. hergestellt mit einem „Fön", verbessert die Trennung erheblich. (Aus R. W. Pohl, Elektrizitätslehre, 4. Aufl., Verlag Springer 1935.)

Diese Vorgänge, die wir hier am Modell gesehen haben, sind für den Elektrotechniker nicht uninteressant. Ich will nicht das traurige Kapitel der Kohlenstaubexplosionen, Mehlstaubexplosionen usw. berühren, sondern das großartige Phänomen der Gewitter. Sie wissen, daß im Mittel etwa 100 Blitze je Sekunde auf diese Erde herunterfahren. Jeder Blitz hat eine ganz beachtliche Energie: 5000 kWh. Wenn wir die Leistungsfähigkeit dieser atmosphärischen Maschine ausrechnen, soweit sie sich nur in Blitzen äußert, so sind das $2 \cdot 10^9$ kW. Die Leistung der deutschen Elektrizitätswerke zählt nach Millionen Kilowatt! Diese große Gewittermaschine arbeitet im Prinzip nach diesem Schema. Auch dort haben wir es mit positiv und negativ geladenen Körpern verschiedener Größe und verschiedener Sinkgeschwindigkeit zu tun. So wird die Ladungstrennung hervorgerufen, die das Phänomen des Gewitters zeitigt, dessen Hauptzweck ist, die negative Ladung der Erde aufrechtzuerhalten.

Das war also eine ladungstrennende Kraft, mit grobmechanischen Hilfsmitteln verwirklicht. Die einzelnen Träger waren in der Nähe noch gut sichtbar.

10. Versuch: Als letzten Versuch will ich nur andeuten, daß man ebenso auch solche Träger gut benutzen kann, die man nur wieder als Masse, als Schwarm sehen kann. Sie kennen alle die Herstellung der Spannung auf thermischem Wege: Zwei Metalldrähte in Verbindung mit einem Spannungsmesser; die eine Verbindungsstelle ist kalt und die andere heiß. Auf diese Weise ist mein Thermoelement fertig und meine Spannung auf thermischem Wege hergestellt.

Wie kommen diese Spannungen zustande? Was wirkt als ladungstrennende Kraft? Wir können uns das am einfachsten klarmachen, wenn wir den Draht durch einen solchen Kristall mit überschüssigen Elektronen ersetzen, wie Sie ihn vorhin gesehen haben: ein Kaliumbromidkristall, der im Mittelstück viele, in den Randstücken wenige Elektronen enthält (Abb. 14). Sobald wir den Kristall erwärmen, tritt der Ausgleichsvorgang auf. Die Elektronen diffundieren. Rechts ist es heiß: lebhafte Diffusion. Links ist es kalt: langsame Diffusion. Also bevorzugte Diffusion nach rechts. Diese Diffusion erzeugt eine Spannung, wenn eine zweite Bedingung erfüllt ist: wenn die positiven Ladungen nicht gleich nachdiffundieren. Wir brauchen immer eine ladungstrennende Kraft. Als ladungstrennende Kraft haben wir also hier die ungeordnete Bewegung der Wärme, die die Elektronen in den Kristall hineindiffundieren läßt. Dieser kleine Kristall, verbunden mit einem Meßinstrument, gibt eine Thermospannung von beinahe ½ V, jedoch nur, solange die Temperaturdifferenz der Lötstellen nicht allzu groß ist. Mit steigender Temperatur bleibt zwar die eine Bedingung erhalten, die Diffusion der Elektronen; aber die andere Bedingung ist nicht mehr erfüllt: die positive Ladung sitzt nicht mehr fest, sondern wird von der negativen durch das elektrische Feld gleich mitgezogen.

Abb. 14. Ladungstrennung durch Wärmebewegung. Erzeugung von Thermospannungen in einem KBr-Kristall, dessen Mittelstück eine hohe Konzentration überzähliger Elektronen (als Farbzentren sichtbar) enthält. Rechts, in der „heißen Lötstelle", ist die Diffusionsgeschwindigkeit der Elektronen und der positiven Ionen nur wenig verschieden. Links hingegen, in der „kalten Lötstelle", überwiegt die Diffusion der Elektronen erheblich. (⁴/₅ nat. Größe.)

Die beiden Bedingungen, die erforderlich sind, um Ladungen mit Hilfe der Wärmebewegung zu trennen, sind also: einmal ein Konzentrationsgefälle der Elektronen; in der Mitte viel Elektronen und in den angesetzten Stücken wenige. Hinzu kommen muß, daß nur die Elektronen diffundieren und die positiven Ladungen nicht mitgeschleppt werden. Denn die Trennung der beiden Ladungen ist das Wesentliche für jede Stromquelle.

Das war leider kein Experiment, sondern ein Rückfall in die referierende Experimentalphysik. Aber es lohnt nicht, ein Meßinstrument anzuschalten und die sichtbaren Enden mit Öfen zuzubauen.

Damit bin ich am Ende des zweiten Teiles angelangt. Ich glaube Ihnen gezeigt zu haben, daß man tatsächlich Grundlagen der Elektrotechnik, in unserm Falle also den Mechanismus der Leitung und der Stromquellen, mit einfachen, anschaulichen Verfahren vorführen kann.

Zusammenfassung.

Der 1. Teil behandelt Fälle der Elektrizitätsleitung, in denen man die Bewegung der Elektrizitätsatome mit dem Auge verfolgen kann. Als sichtbare Elektrizitätsträger dienen in Luft feiner Metallstaub und Ionen in heißen Flammengasen. Für Wasser werden bunte Komplexionen benutzt. Für feste Körper wird die sichtbare Elektronenleitung in durchsichtigen Salzkristallen vorgeführt, und zwar 1. die Überschußleitung, 2. die Ersatzleitung, 3. eine lichtelektrische Leitung mit sichtbarer Ausbildung eines Kathodenfalles.

Teil 2. Die für Stromquellen aller Art erforderlichen ladungstrennenden Kräfte werden auf mechanischem und thermischem Wege hergestellt. Für die mechanische Ladungstrennung wird der Unterschied der Fallgeschwindigkeit von verschieden großen Elektrizitätsträgern in Luft benutzt und so die Entstehung der Gewitter erläutert. Zur thermischen Ladungstrennung dient der Unterschied der Diffusionsgeschwindigkeit der Ladungsträger beider Vorzeichen. Das wird an durchsichtigen KBr-Kristallen mit einem sichtbaren Überschuß von Elektronen erläutert.

Elektrisch geheizte Nitrieröfen zur Oberflächenhärtung von Stahl.

Von H. Zerpner, Berlin.

621. 365. 4 : 669. 14

Übersicht. Zunächst wird die Oberflächenhärtung von Stahl durch Einwirkung von heißem Stickstoff behandelt und die Eindringtiefe der Härte in Abhängigkeit von der Nitrierzeit dargelegt. Auf die Wichtigkeit genauer Temperatureinhaltung und -verteilung wird hingewiesen. Zum Schluß wird eine Beschreibung eines elektrisch geheizten Nitrierofens mit Schaltanlage gegeben.

In zahlreichen Industrien, wie z. B. im Flugzeug-, Automobil-, Motoren-, Werkzeugmaschinenbau u. ä., werden ständig größere Anforderungen an die Oberflächenhärte der Werkstücke gestellt. Für die Herstellung dieser härteren Oberflächen ist das Nitrierhärtungsverfahren[1]) das gegebene.

Aus der Erkenntnis, daß bei einer Erhitzung von Eisen in Stickstoff abgebenden Mitteln, z. B. Ammoniak, Stickstoff in die Oberfläche des Eisens diffundiert, wurden von Ad. Fry[2]) eingehende Untersuchungen angestellt. Diese ergaben, daß gewisse legierte Stähle durch Glühen im Ammoniakstrom bei etwa 500 ° C eine außerordentlich hohe Oberflächenhärte erhielten. In Verfolg dieser Erfindung wurde das unter dem Namen „Nitrierhärtung" bekannte Verfahren entwickelt und vervollkommnet. Es wurden Nitriersonderstähle geschaffen, bei denen die Vielseitigkeit der an sie gestellten Anforderungen weitgehend berücksichtigt wurde.

Durch das Nitrieren wird die höchste — bisher durch kein anderes Verfahren erreichbare — Oberflächenhärte des Stahles von etwa 900 Brinell erzielt. Die erreichbare Eindringtiefe hängt von der Nitrierdauer ab (Abb. 1). Das Gefüge der nitrierten Randschicht und die Härte gehen so allmählich in den Kern über, daß ein Abplatzen nicht zu befürchten ist. Der Flächendruck kann bis zu 7000 kg/cm² betragen. Die Anlaßbeständigkeit der Nitrierschicht zeigt sich auch bei dem Wiedererwärmen des Werkstückes, und zwar bleibt die Härte bei Temperaturen bis zu 500 ° C erhalten. Die nitrierten Teile besitzen auch eine gewisse Korrosionsbeständigkeit z. B. gegen Wasser und Luft im Wechsel, feuchte Luft, Handschweiß, Wachsbeize usw., dagegen nicht gegen anorganische Säuren. Da nach dem Nitrieren ein Abschrecken nicht erforderlich ist, so können Härtespannungen und hierdurch bedingte Verziehungen nicht auftreten. Nitrierte Stücke verlieren auch nicht durch längeres Lagern ihre Form, was für Lehren und Meßwerkzeuge von besonderer Bedeutung ist.

Abb. 1. Nitriertiefe in Abhängigkeit von der Nitrierdauer.

Kurz zusammengefaßt bietet die Nitrierhärtung gegenüber der bekannten Einsatzhärtung durch Kohlenstoff folgende Vorteile:

1. Höhere Oberflächenhärte (etwa 900 Brinell), daher geringste Abnutzung durch Verschleiß.
2. Anlaßbeständigkeit der Härte bis zu etwa 500 ° C.
3. Niedrige Behandlungstemperatur, kein Abschrecken, kein Verziehen, daher kein Härteausschuß.
4. Das nitrierte Werkstück ist spannungsfrei, daher formbeständig.

Das Verfahren läßt sich verhältnismäßig leicht durchführen: Die fertigbearbeiteten, gut gereinigten, fett- und spannungsfreien Werkstücke werden in einem Kasten (Nitrierkasten), der aus einer gegen Verzunderung und Ammoniak beständigen Legierung hergestellt ist[3]), verpackt. Der Kasten wird dann in einen elektrisch geheizten Ofen gebracht und gleichmäßig auf etwa 500 ° C erhitzt. Während der Erhitzung läßt man in geringen Mengen Ammoniakgas durch den Kasten streichen. Das Ammoniakgas zerfällt bei der in Frage kommenden Arbeitstemperatur in Wasserstoff und Stickstoff, der im Augenblick des Entstehens außerordentlich aktiv ist und bei seiner Einwanderung in die Oberfläche der Werkstücke mit den Legierungsbestandteilen des Stahles sehr harte Nitride bildet. Das Nitriergut wird je nach der gewünschten Nitriertiefe etwa 24 bis 96 h (s. Abb. 1) auf einer Temperatur von etwa 500 ° C gehalten. Nach diesem Vorgang läßt man die Teile langsam abkühlen. Die Werkstücke sind nach der Nitrierung meist einbaufertig, da ein Verziehen oder Verzundern der Oberfläche nicht eintritt.

Abb. 2. Elektrischer Nitrierofen mit Zugtür und eingesetztem Nitrierkasten.

Für ein gutes Gelingen der Nitrierhärtung sind die genaue Einhaltung der Behandlungstemperatur und eine völlig gleichmäßige Temperaturverteilung in den Werkstücken von größter Wichtigkeit. Diese Forderung können nur elektrisch geheizte Öfen erfüllen, die in Sonderausführung als „Nitrieröfen" bezeichnet werden[4]).

Die Heizwicklungen des Elektroofens sind so angeordnet, daß die Temperaturverteilung im Glühraum gleichmäßig ist. Die genaue Einhaltung der Behandlungstemperatur ist durch eine selbsttätige Temperaturregelung gewährleistet.

[1]) Durch eine große Anzahl von Patenten im In- und Ausland der Fried. Krupp AG., Essen, geschützt.
[2]) Ad. Fry, Kruppsche Mh. 4 (1923) S. 137.
[3]) In- und Auslands-Schutzrechte der Fried. Krupp AG., Essen.
[4]) In Zusammenarbeit mit Krupp von den SSW entwickelt.

Infolge der sorgfältigen Wärmeisolation der Elektroöfen ist der Stromverbrauch bei der Durchführung des Nitrierverfahrens recht niedrig. Nach erfolgtem Hochheizen auf die Betriebstemperatur (etwa 500 ° C) ist für die Warmhaltung der Öfen während des Betriebes lediglich die Verlustleistung zu decken. Die Verlustleistung be-

a Druckbügelregler
b Paccoschalter
c Steuerschütz
d Kompensationsleitung
e_1 Thermoelement für Wicklung
e_2 „ „ Nitrierkasten
f Kammerofen
g Heizwicklung
h 380 V Drehstrom, 50 Hz

Abb. 3. Schaltbild einer elektrischen Nitrierofenanlage.

trägt z. B. bei einem Ofen mit den lichten Abmessungen 900 mm Breite, 500 mm Höhe und 1060 mm Tiefe nur etwa 3,5 kW bei einer Anschlußleistung dieses Ofens von etwa 18 kW.

Die kleineren Öfen besitzen eine hitzebeständige Gußabdeckung des Bodens, auf welcher der Nitrierkasten eingeschoben wird. Bei den größeren Öfen kann infolge des höheren Einsatzgewichtes des Nitrierkastens die Beschickung in dieser Weise nicht mehr erfolgen. Hier wird für die Beschickung ein besonders entwickelter Einfahrwagen verwendet, der auf Schienen, die auf einem hitzebeständigen Bodenabdeckblech des Ofens befestigt sind, eingefahren wird.

Abb. 2 zeigt einen Nitrierofen mit eingeschobenem Nitrierkasten und geöffneter Zugtüre. Die erforderlichen drei Anschlußrohre des Nitrierkastens (Gaszu- und -ableitung sowie Pyrometerschutzrohr) sind durch die Rückwand des Ofens herausgeführt. Das auf der rechten Seite sichtbare Ventil ist ein Ammoniakabsperrventil, das zwischen Gasflasche und Gaszuleitungsrohr angeordnet ist und elektrisch betätigt wird.

Da, wie früher erwähnt, die genaue Temperatureinhaltung während der Nitrierung von großer Wichtigkeit ist, so entsprechen auch die entwickelten Schaltanlagen diesen Bedingungen. Als Temperaturregler finden entweder Druckbügelregler oder Großregler Verwendung. Die Abb. 3 zeigt eine für Nitrieröfen angewendete Schaltung.

Wie aus der Schaltung hervorgeht, wird ein Regler an das Ofenkammerpyrometer und ein zweiter Regler an das Nitrierkastenpyrometer angeschlossen, wodurch eine Überschreitung der Nitriertemperatur unbedingt vermieden wird. Bei Öfen, die sterndreieckschaltbar sind, werden die Schaltanlagen für selbsttätige Sterndreieck-Umschaltung ausgeführt. In besonderen Fällen können auch Schaltuhren vorgesehen werden, die zu einer bestimmten Zeit die Heizung einschalten und nach Beendigung des Nitrierens (etwa 24 bis 96 h) den Ofen vom Netz abschalten. Bei dieser Ausführung beschränkt sich die Überwachung der Ofenanlagen lediglich auf die Überwachung des Ammoniakgasstromes. Ferner kann auch ein Temperaturschreiber zum Aufzeichnen des Temperaturverlaufes zur Anwendung kommen. Mit Rücksicht auf die Betriebsbedingungen werden die Schaltanlagen als gußgekapselte Verteilungen ausgeführt.

Zusammenfassung.

Für die Oberflächenhärtung von Stahl bewährt sich die Nitrierhärtung in den verschiedensten Industrien, wie z. B. Motoren-, Fahrzeug-, Werkzeugmaschinenbau usw. Die Nitrierhärtung wird in elektrisch geheizten Nitrieröfen in Nitrierkästen unter Durchleitung eines Ammoniakstromes bei etwa 500 ° C durchgeführt. Es ergibt sich eine Oberflächenhärte von etwa 900 Brinell, die bis zu 500 ° beständig ist. Die gehärtete Oberfläche weist eine sehr hohe Verschleißfestigkeit auf. Die nitrierten Werkstücke sind spannungsfrei und daher formbeständig.

Die Elektrisierung des Nahverkehrs in Kopenhagen.

621. 331 : 625. 1 (489)

I. Umfang der Elektrisierung.

Wie bereits hier berichtet[1]), haben sich die Dänischen Staatsbahnen im Jahre 1932 entschlossen, die am stärksten belasteten Strecken des Kopenhagener Nahverkehrs auf elektrischen Betrieb umzustellen. Schon nach verhältnismäßig kurzer Bauzeit wurde 1934 der elektrische Betrieb auf zwei Strecken aufgenommen, nämlich (Abb. 1) im April 1934 auf der Strecke Frederiksberg—Vanløse—Hellerup—Klampenborg, im Mai 1934 auf der Strecke Valby[2])—Kopenhagen Hauptbahnhof—Hellerup. Als Abschluß des ersten Ausbaus wird der elektrische Betrieb auf dem Abschnitt Hellerup—Holte aufgenommen werden. Alsdann umfaßt das elektrisch betriebene Netz 38 Strecken-km bei rd. 86 Gleis-km. Weitere Ausdehnung des elektrischen Betriebes ist für später beabsichtigt.

II. Stromversorgung.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Verwaltungen, die für Stadt- und Vorortverkehr Gleichstrom 800 V und Zuführung durch Stromschiene anwenden, wählten die Dänischen Staatsbahnen Gleichstrom 1500 V und Stromzuführung durch Oberleitung. Der Bahnstrom wird von einem städtischen Kraftwerk in Kopenhagen und einem privaten Kraftwerk nahe Lyngby bezogen. Die Speisung der Fahrleitung erfolgt aus vier Unterwerken in Enghave, Hellerup, Holte und Flintholm (nahe Vanløse). Sämtliche Unterwerke sind mit Gleichrichtern in Einheiten von

[1]) ETZ 53 (1932) S. 1040, 54 (1933) S. 1099.
[2]) Der seinerzeit ETZ 54 (1933) S. 1099 gebrachte Lageplan enthielt eine Verbindung Enghave—Vanløse, die aber nicht ausgeführt wurde.

2500 kW ausgerüstet, und zwar Hellerup und Enghave mit je 3, Flintholm mit 2 und Holte mit einer solchen Einheit.

Besondere Bedeutung für die Stromversorgung des Bahnnetzes kommt offensichtlich dem Unterwerk Hellerup zu; liegt es doch im Knotenpunkt der vier von hier nach Holte, Klampenborg, Kopenhagen Hauptbahnhof und Vanløse—Frederiksberg führenden Strecken. Bei diesem Werk wurde die Schaltung auf Wunsch der Dänischen Staatsbahnen für folgende Schaltmöglichkeiten entworfen[3]):

1. Fernsteuerung von der Befehlsstelle in Enghave aus über die selbsttätige Steuereinrichtung in Hellerup;
2. vollselbsttätiger Betrieb bei abgeschalteter Fernsteuerung;
3. gemischtselbsttätiger und Handbetrieb;
4. reiner Handbetrieb mit Rückmeldung sämtlicher Schaltvorgänge nach der Befehlsstelle.

Bemerkenswert ist, daß die Gleichrichter außer mit Höchst- und Rückstromschutz auch mit Gitterschutz gegen innere und äußere Kurzschlüsse und Erdschlüsse ausgestattet sind. Diese Gitter, die überdies eine gleichmäßige Stromverteilung auf alle Anoden erzwingen und gleichzeitig eine weitgehende Stabilisierung des Lichtbogens ermöglichen, wirken als äußerst rasch arbeitende Stromwächter; sie sperren den Elektronendurchgang und führen eine wirksame Entionisierung des Anodenraumes herbei, lange bevor die Höchstleistungsölschalter zum Ansprechen kommen. Das sinnreiche Zusammenwirken der drei genannten Schutzeinrichtungen schützt die Gleichrichter in vollkommener Weise gegen jede Betriebsstörung, wie der bisherige Betrieb dieses Unterwerks bewiesen hat, das anfangs sogar die alleinige Speisung des Netzes übernehmen mußte. Die Kurzschlußbeanspruchung der Umspanner und Gleichrichter wird auf ein Mindestmaß herabgesetzt, die Störungszeit auf einen Kleinstwert gebracht.

Abb. 1. Streckenplan.

Die Hilfstromkreise des Unterwerks werden über einen Umspanner von 100 kVA mit 380/220 V gespeist. Fällt die Spannung im speisenden Drehstromnetz auf Null, erfolgt selbsttätige Umschaltung auf das 380/220 V-Ortsnetz. Bei gleichzeitigem Ausfall auch dieses Netzes steht immer noch eine starke Batterie von 220 V, 96 Ah, mit selbsttätiger Ladeeinrichtung zur Verfügung.

Die Verteilung des Bahnstromes erfolgt über 11 Speiseleitungs-Schnellschalter. Außerdem wurden zwei Reserveschnellschalter eingebaut, die sich im Störungsfall über eine Umleitschiene schnell auf die eine oder andere Speiseleitung schalten lassen. Die Sammelschienenspannung beträgt 1650 V.

III. Fahrleitungsanlage.

Die verhältnismäßig niedrige Betriebsspannung bedingte große Leitungsquerschnitte. Auf den freien Hauptstrecken wurden 2 · 100 mm² Kupfer-Rillenfahrdraht und ein Bronzetragseil von 70 mm² eingebaut. Als höchster Spannungsabfall waren 30 % zugelassen. Auf stark belasteten Teilen des Netzes wurde daher noch eine zusätzliche Kupfer-Verstärkungsleitung von 240 mm² verlegt. Bei den Neben- und Abstellgleisen sowie in Bahnhöfen wurden ein Fahrdraht von 100 mm² und ein Bronzetragseil von 50 mm² verlegt.

Der Regelmastabstand wurde mit Rücksicht auf den Windabtrieb in der Geraden mit 80 m (in Krümmungen entsprechend kleiner) festgelegt. Die Fahrdrahthöhe über Schienenoberkante beträgt 5,5 m. Die Systemhöhe wurde mit 2,0 m gewählt. Um ein gleichmäßiges Bestreichen der Stromabnehmerbügel zu gewährleisten, sind die Fahrdrähte mit ± 0,35 m im Zickzack über Gleismitte verlegt; das Tragseil verläuft stets parallel zur Gleisachse. Die Fahrdrähte sind in Abständen von etwa 1500 m beweglich nachgespannt (8,5 kg/mm²); das Tragseil ist in den gleichen Abständen fest abgefangen. Bei kurzen Fahrdrahtstücken konnte auf die selbsttätige Nachspannung verzichtet werden.

Abb. 2. Zug auf der Strecke.

Mit Ausnahme der Abfang- und der größeren Querseilmaste wurden im allgemeinen Breitflanschmaste verwendet. Schrägausleger aus 2 Winkeleisen, an der Mastspitze durch einen Zuganker festgehalten, dienen zur Aufhängung des Tragseilstützpunktes (Abb. 2). Sämtliche Konstruktionsteile, soweit sie aus nichtrostenden Baustoffen bestehen, sind feuerverzinkt, da durch die salzhaltige Seeluft starke Korrosion zu befürchten ist. Die Maste der freien Strecke sind als Einsetzmaste durchgebildet, die Bahnhofsmaste als Aufsetzmaste vorgesehen. Sämtliche Eisenkonstruktionen sind geschweißt. Die Quertragwerke bestehen aus 2 oder 4 Quertragseilen und 2 Richtseilen; entweder (in Krümmungen) sind beide Richtseile spannungsführend, oder das untere ist spannungsführend und das obere geerdet.

Der Grundsatz der elektrischen Trennung der einzelnen Fahrleitungen über den Hauptgleisen und die Zusammenfassung der Nebengleise in einzelne Schaltgruppen wurde in allen Fällen durchgeführt. Ähnlich wie bei der Deutschen Reichsbahn sind die Fahrleitungen der Bahnhöfe von denjenigen der freien Strecke durch ein Spannfeld mit parallel geführten Kettenwerken elektrisch getrennt. Durch von Hand oder elektrisch fernbetätigte Schalter können nach Bedarf verschiedene Schaltgruppen zusammengeschlossen werden.

Für die Isolierung der gesamten Fahrleitungsanlage wurde ein durchschlagsicherer Vollkernisolator (Motorisolator) entwickelt, der auch in den Schalter- und Streckentrennerkonstruktionen verwendet werden konnte. Zur Stromrückleitung werden die Fahrschienen benutzt, die durch elektrisch angeschweißte Längs- und Querverbinder überbrückt werden. Zahlreiche Brücken und Tunnels bedingten einige bemerkenswerte Sonderbauarten.

[3]) BBC-Mitt. 22 (1935) S. 160.

IV. Fahrzeugpark.

Der Fahrzeugpark umfaßt 31 Dreiwagenzüge, bestehend aus zwei Triebwagen und einem zwischen diesen angeordneten Beiwagen (Abb. 3). Der 60,5 m lange Zug bietet je Triebwagen 71 und im Beiwagen 93, insgesamt also 235 Sitzplätze. Er wiegt 150 t. Alle Wagen besitzen zwei zweiachsige Drehgestelle. Je Triebwagen sind 4 paarweise dauernd in Reihe liegende selbstlüftende Motoren von 160 PS vorgesehen, die ihre Kühlluft durch im Wagenkasten angeordnete Kanäle erhalten, so daß das Eindringen von Bremsstaub usw. in das Motorinnere verhütet ist.

Abb. 3. Grundriß des Dreiwagenzuges.

Als Steuerung wurde eine halbselbsttätige, rein elektrische Nockenschaltwerkssteuerung gewählt. Das Schaltwerk ist nebst Antrieb und Hauptschütz in einem gemeinsamen, am Wagenrahmen hängenden Kasten untergebracht. Der Führerschalter enthält 4 Stellungen: 1. Verschiebefahrt: Motorgruppen in Reihe bei vorgeschalteten Widerständen; 2. Reihenfahrt: Motorgruppen in Reihe ohne Vorschaltwiderstände, Feldschwächung auf 74 %; 3. Parallelfahrt: Motorgruppen parallel ohne Vorschaltwiderstände; 4. Parallelfahrt mit Feldschwächung auf 56 %. Das Nockenschaltwerk hat 14 Stufen: 6 Reihenstufen für volles Feld, 1 Reihenstufe mit Feldschwächung (74 %), 5 Parallelstufen mit vollem Feld, 2 Parallelstufen mit Feldschwächung (74 und 56 %). Der Übergang von Stufe zu Stufe erfolgt in Abhängigkeit von einem Fortschaltrelais.

Abb. 4. Kasten für Schaltgeräte, Deckel abgenommen.

Das Hauptschütz besitzt zwei Kontaktpaare, die gegen Federkraft durch von der Schaltwerkswelle angetriebene Nockenscheiben eingeschaltet werden. Das Einschalten des Hauptschützes ist nur möglich, wenn zwei Spulen erregt sind. Zwischen Nockenschalthebel und Kontakten ist nämlich ein Kniehebel angeordnet, der bei Erregung der Spulen gestreckt ist, bei Unterbrechung des Spulenstromkreises im Führerstand oder auch durch die Überstromrelais dagegen zusammenklappt und unabhängig von der Stellung des Schaltwerks sofortiges Ausschalten des Hauptschützes ermöglicht. Die kräftig gehaltenen Federn sichern in Verbindung mit magnetischer Blasung schnellstes Ausschalten. Hilfskontakte führen nach Ausschalten des Hauptschützes sofortiges Zurückgehen des Schaltwerks auf Null herbei. Als Kurzschlußschutz ist überdies im 1500 V-Stromkreis eine Röhrensicherung vorgesehen.

Ein zweiter am Wagenrahmen hängender Kasten (Abb. 4) enthält alle sonstigen Schaltgeräte, z. B. auch den Fahrtwender. Auch dieser Kasten ist durch eine Verkleidung abgedeckt. Die Verkleidungen beider Kästen sind mit einem Haupttrennschalter und dem Druckluftantrieb der Stromabnehmer derart verriegelt, daß vor Abnahme der Verkleidungen der Haupttrennschalter geöffnet und die Stromabnehmer niedergelegt sein müssen.

Je Triebwagen sind zwei druckluftbetätigte Scherenstromabnehmer vorhanden, die infolge besonderer Federanordnung über den ganzen Hubbereich nahezu gleichbleibenden Anpressungsdruck besitzen.

Die Beleuchtungs- und Heizeinrichtungen sind schon früher[4]) beschrieben, so daß hier nicht näher darauf eingegangen wird.

Die Anfahrbeschleunigung beträgt etwa 0,9 m/s², die Höchstgeschwindigkeit rd. 100 km/h, doch wurde bei Meßfahrten bereits eine Geschwindigkeit von 108 km/h erreicht.

Zusammenfassung.

Die Elektrisierung des Nahverkehrs in Kopenhagen ist die neueste Umstellung eines großstädtischen Bahnnetzes auf elektrischen Betrieb. Gestützt auf die Erfahrungen, die man bei anderen Schnellbahnnetzen gesammelt hat, wurden hier die selbsttätig arbeitenden Gleichrichterunterwerke, die Fahrleitungsanlage und die selbsttätige Steuerung der Triebwagen für 1500 V ausgestaltet.

Rudolf Spies, Berlin.

[4]) siehe Fußnote 1.

Untersuchung über Beeinflussung von Erdschlußrelais beim Einschalten von Erdschlüssen.

Von Walther Koch, Berlin.

621. 316. 925

Übersicht. Es soll gezeigt werden, wie der bei einpoligem Erdschluß einer Leitung sich ausbildende Strom verläuft, und daß es zur selektiven Erfassung des Fehlers darauf ankommt, die Richtung des ersten Stromstoßes auf den einzelnen Leitungsabschnitten festzustellen.

Störungen auf Leitungen machen sich oftmals im voraus durch Überschläge oder Durchschläge bemerkbar, die im einzelnen eine Störung nicht sofort nach sich ziehen, sondern erst durch ein immer häufigeres Auftreten an derselben vorgeschwächten Stelle allmählich den störungverursachenden Durchbruch zur Folge haben. Es handelt sich hierbei in der Regel um Übergänge durch die Isolation von Freileitungen oder Kabeln nach Erde, und es besteht seit einigen Jahren das Bedürfnis nach geeigneten Geräten, welche derartige geschwächte Leitungsteile zu kennzeichnen gestatten, so daß man durch Absuchen oder Nachmessen die betreffende Stelle ermitteln kann, ehe durch einen vollkommenen Durchbruch eine Betriebstörung

eintritt. Der Zweck der nachfolgenden Untersuchung ist, die bei Erdschlüssen und besonders bei selbst verschwindenden kurzzeitigen Erdschlüssen, sogenannten Erdschlußwischern, auftretenden Verhältnisse klarzustellen.

Zur Erkenntnis des grundsätzlichen Vorganges sei zunächst ein ganz einfaches Leitungsbeispiel betrachtet. Eine Einfachleitung habe an dem einen Ende Erdschluß, der in bekannter Weise durch Überlagerung einer der normalen Spannung dieser Leitung gegen Erde entgegengesetzt gerichteten Spannungsquelle dargestellt ist, die also der bei Erdschluß zwischen Sternpunkt und Erde auftretenden Spannung gleich ist. Der physikalische Vorgang wäre in einem solchen Fall der, daß beim Einschalten von dieser Ersatzstromquelle ausgehend ein Ladestrom auf die Leitung fließt, dessen Größe durch den Wellenwiderstand der Leitung und die Höhe der Spannung bestimmt ist. Wenn das andere Leitungsende offen ist, wird die Stromwelle hier reflektiert und es fließt von der Spannungsquelle weiter solange Strom auf die Leitung, bis die reflektierte Stromwelle zur Spannungsquelle zurückgelangt ist. Von da ab wiederholt sich der Vorgang mit entgegengesetztem Vorzeichen. Das Einschalten des Erdschlusses äußert sich also in einem Meßinstrument bzw. Relais neben der Einschaltstelle in der Weise, daß ein Strom zunächst im Sinne der treibenden Spannung während der zweimaligen Laufzeit der Wanderwelle über die betrachtete Leitungsstrecke und damit über das Meßinstrument od. dgl. fließt und nach dieser Zeit ebenfalls für die doppelte Laufzeit der Wanderwelle mit umgekehrtem Vorzeichen, also entgegen der angelegten Spannung verläuft. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis er durch die Dämpfung infolge der Leitungsverluste abgeklungen ist.

Für die Durchführung der Untersuchung ist die Leitung durch eine Schaltung von konzentriertem Widerstand, Induktivität und Kapazität in Reihe ersetzt, wie Abb. 1 zeigt. Die Schwingungsdauer dieses Ersatzgebildes ist der Schwingungsdauer des vorerwähnten Wanderwellenvorganges angeglichen. Als Laufzeit der Wanderwelle in einem Kabel wurden 150 000 km/s und als Wellenwiderstand für die Erdschlußwanderwelle 50 Ω eingesetzt, ein Wert, der sich aus den üblichen Erdschlußkapazitäten der Leiter ergibt, wenn man die Laufzeit der Wanderwelle für Kabel mit obigem Wert als praktisch unveränderlich annimmt. Für Freileitungen sind die entsprechenden Werte von Laufzeit und Wellenwiderstand etwa 300 000 km/s und etwa 500 Ω.

R L C u = U cos ωt

Abb. 1. Ersatzschaltung der Leitung bei Erdschluß.

Die Bedingungen für die Bestimmung der Induktivität L und der Kapazität C des Ersatzkabels sind gegeben:

I. Aus der Forderung, daß Frequenzgleichheit zwischen dem Schwingungsvorgang der Wanderwelle und dem der Ersatzschaltung besteht.

II. Aus der Bedingung, daß die durch das Anlegen einer Spannung mit der aus dem jeweiligen Schaltmoment bestimmten Höhe der Spannung entstehende Stromamplitude etwa der Anfangsstromstärke der Wanderwelle entspricht.

Demnach wird unter Vernachlässigung der Dämpfung, die auf die Frequenz des Vorganges nur unmaßgeblichen Einfluß hat, aus Bedingung I gefolgert:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L C}} = \frac{2 \pi v}{4 s}. \tag{1}$$

Darin sind:

- ω_0 Eigenfrequenz des Ersatzkreises,
- v 150 000 km/s, die Wanderwellengeschwindigkeit für Kabel bzw. 300 000 km/s für Freileitungen,
- s die Leitungslänge in km.

Die Bedingung II besagt, daß im Einschaltaugenblick, wo die Leitungskapazität noch ungeladen ist, der Stromanstieg der Schwingung der Ersatzleitung so geneigt sein muß, daß die Amplitude des Stromes die Höhe des Wanderwellenstromes erreicht. Die letztere ist gleich u/Z, worin u die angelegte Spannung und Z der Wellenwiderstand der Leitung ist. Demgegenüber ist in der Ersatzleitung die Höhe der Amplitude gleich $\frac{u}{\omega_0 L}$, so daß sich aus der Gleichsetzung beider Werte ergibt:

$$L = \frac{Z}{\omega_0}. \tag{2}$$

Aus den Formeln (1) und (2) erhält man durch eine kleine Umrechnung die Größe der Kapazität der Ersatzleitung

$$C = \frac{1}{\omega_0 Z}. \tag{2a}$$

Es bleibt noch die Höhe des Dämpfungswiderstandes zu bestimmen. Dieser ist abhängig von der Frequenz des Schaltvorganges, d. h. von der Leitungslänge. Versuche in einem Kabelnetz haben gezeigt, daß das durchschnittliche Verhältnis zweier aufeinander folgender Amplituden A_1 und A_2 der gedämpften Einschaltschwingung δ gleich 1,83 ist, bei einer mittleren Dauer T gleich 1/1800 s. Nach den Gesetzen der gedämpften Schwingung gilt dann

$$\frac{R}{L} = \frac{4}{T} \cdot \ln \delta = 7200 \cdot 2{,}3 \cdot \log 1{,}83 = 4350 \text{ Hz}.$$

Für die Betrachtung des vorliegenden Problems ist zu beachten, daß der Schaltvorgang und der sich schließlich einstellende stationäre Vorgang dadurch grundsätzlich unterschieden sind, daß der wirksame Widerstand im Ausgleichsvorgang wegen der höheren Frequenz ganz wesentlich höher ist als im stationären Betrieb. Für den letzteren kann man den Wirkwiderstand vernachlässigen, ohne das Ergebnis zu fälschen, und nur die Blindkomponente des stationären Erdschlußstromes berücksichtigen.

Für den Stromkreis nach Abb. 1 ist dann der Strom dargestellt durch die Gleichung:

$$i = (A_0 \cos \omega_0 t + B_0 \sin \omega_0 t)\, e^{-\frac{R}{2L} t} - \omega C u \sin \omega t. \tag{3}$$

Darin ist:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L C} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}, \quad A_0, B_0 \text{ sind Konstante.}$$

Der Schaltaugenblick eines Erdschlußwischers wird nun stets in der Nähe des Spannungs-Scheitelwertes liegen, so daß hier nur der Fall der Schaltung in diesem Scheitel betrachtet zu werden braucht. Im Schaltaugenblick ist der Strom Null, da die Spannung zuerst allein von der Drossel aufgenommen wird. Der Stromanstieg ist nur abhängig von der angelegten Spannung und der Größe der Induktivität, so daß also die beiden Anfangsbedingungen bestehen:

$$i = 0 \text{ und } \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \frac{u}{L}.$$

Daraus ergeben sich die beiden Gleichungen zur Bestimmung der Konstanten A_0 und B_0.

Für den Schaltzeitpunkt ($t = 0$) gilt

$$0 = \left(A_0 \cos \frac{\omega_0}{\omega} \cdot 0 + B_0 \sin \frac{\omega_0}{\omega} \cdot 0\right) e^{-\frac{R}{2L} \cdot 0} - \omega C u \sin 0$$

d. h.

$$A_0 = 0. \tag{4}$$

Setzt man dieses in die Gleichung für $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \frac{u}{L}$ ein, so ist

$$\left.\begin{aligned} \frac{u}{L} = B_0 \left(- \frac{R}{2L} \sin \frac{\omega_0}{\omega} \cdot 0 + \omega_0 \cos \frac{\omega_0}{\omega} \cdot 0\right) \\ \times e^{-\frac{R}{2L} \cdot 0} - \omega^2 C u \cos 0 \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

oder

$$B_0 = \frac{u}{\omega_0 L} + \frac{\omega}{\omega_0}\,\omega\, C\, u\,.$$

Somit wird der Strom

$$i = u\left[\left(\frac{1}{\omega_0 L} + \frac{\omega}{\omega_0}\,\omega\, C\right)\sin\omega_0 t\, e^{-\frac{R}{2L}t} - \omega\, C\sin\omega t\right]. \quad (6)$$

Hierzu wird ein Beispiel später die zahlenmäßigen Zusammenhänge geben.

Abb. 2. Leitung mit Abschnitten verschiedenen Wellenwiderstandes.

Betrieblich liegt der Fall in der Regel so, daß der Erdschluß auf einer Leitung liegt, die mit den übrigen Leitungen des Netzes über Sammelschienen in Verbindung steht, also schematisch wie nach Abb. 2. Dieser Fall entspricht dem Übergang einer Leitung mit dem Wellenwiderstand Z auf eine Leitung mit einem anderen Wellenwiderstand Z'. Die Ersatzschaltung ist in Abb. 3 dargestellt. Für sie gilt die Gleichung

$$\left.\begin{aligned} a\frac{d^4 i}{dt^4} + b\frac{d^3 i}{dt^3} + c\frac{d^2 i}{dt^2} + d\frac{di}{dt} + e\,i \\ = m\frac{du}{dt} + n\frac{d^2 u}{dt^2} + o\frac{d^3 u}{dt^3}\end{aligned}\right\}. \quad (7)$$

Abb. 3. Ersatzschaltung für Leitungen nach Abb. 2.

Darin bedeuten:

$$a = L\,L'\,C \qquad e = \frac{1}{C'}$$

$$b = (R'\,L\,C + R\,L'\,C)$$

$$c = \left(L + R\,R'\,C + L' + L\frac{C}{C'}\right) \qquad m = \left(1 + \frac{C}{C'}\right)$$

$$d = \left(R + R' + R\frac{C}{C'}\right) \qquad n = R'\,C$$

$$o = L'\,C\,.$$

Die bei dem Schaltvorgang auftretenden Frequenzen x ergeben sich aus den Wurzeln der Gleichung

$$a\,x^4 + b\,x^3 + c\,x^2 + d\,x + e = 0\,. \quad (8)$$

Für die Beurteilung des Stromverlaufes in einem solchen Erdschlußfall und insbesondere der Frequenzen genügt es, die Rechnung für den Fall einer verlustlosen Leitung durchzuführen, da nur die Anfangsamplituden sowie die Frequenzen von Interesse sind. Der schnelleren Berechnungsmöglichkeit wegen sind in diesem Fall im Rechnungsbeispiel die Konstanten mit Hilfe der Operatorenrechnung[1]) aus Gl. (7) bestimmt worden.

Der Verlauf des Einschaltvorganges ist, wie gesagt, an Hand eines Rechnungsbeispieles für einen bestimmten Fall dargestellt. Er ist hier für den Kreis nach Abb. 1 angenähert in Abb. 4 a wiedergegeben, um an Hand des Bildes den Vorgang grundsätzlich mit seiner Wirkung auf Erdschlußrelais näher erläutern zu können. Die Wirkung des Erdschlusses, d. h. der Verbindung eines Poles mit Erde, kann man sich, wie eingangs gesagt, ersetzt denken durch eine Stromquelle mit der Spannung U, die gleichgroß und entgegengesetzt der Spannung des betreffenden Poles vor dem Erdschluß ist.

Der Strom besteht bei der Einfachleitung aus vier Komponenten, deren erste beiden mit der Frequenz der Eigenschwingung der Leitung abklingend verlaufen. Der Schaltvorgang setzt stets mit einem Strom im Sinne der Richtung der treibenden Ersatzspannung ein. Mit diesem ersten Stromstoß wird bei schwingungsartigem Verlauf des Einschaltstromes die Kapazität der Leitung aufgeladen (erste Halbwelle des Schwingungsvorganges), in der nächsten Halbwelle erfolgt eine Entladung der Leitungskapazität an die Stromquelle, die bei vorhandener Dämpfung mit einer kleineren Amplitude verläuft als die erste Halbwelle. Daraufhin findet in der dritten Halbwelle, die mit der ersten gleichgerichtet ist, wiederum eine Aufladung der Leitungskapazität statt, wobei die Amplitude infolge der Dämpfung wiederum vermindert ist usw., bis nach Ablauf des Schwingungsvorganges sich der stationäre Zustand eingestellt hat. Der Strom läuft im stationären Zustand im wesentlichen mit einer Schwingung, die um 90° der treibenden Spannung voreilt (normaler Verlauf des Ladestromes der Leitung).

Abb. 4 a. Grundsätzlicher Verlauf des Einschaltvorganges bei Erdschluß.

In dem betrachteten Zeitraum einer viertel Schwingung (vergl. Abb. 4 a) sind also kurz nach dem Schaltaugenblick während einer halben Periode der Schaltschwingung Spannung und Strom stets gleich gerichtet.

Abb. 4 b zeigt ein Oszillogramm, aus dem der Verlauf der Einschaltschwingung und die 50periodige Grundwelle zu erkennen sind. Der Schaltvorgang erfolgte hier zu einem etwas anderen Zeitpunkt als im Spannungsmaximum.

Abb. 4 b. Oszillogramm eines Einschaltvorganges bei Erdschluß.

Zur Feststellung von Erdschlußströmen und deren Richtung werden wattmetrische Relais verwendet, deren Stromspule — beispielsweise bei Drehstromleitungen — die durch eine geeignete Stromwandlerschaltung gebildete Stromsumme der drei Leiter zugeführt wird, während die Spannungsspule an einer der Sternpunktspannung des Systems entsprechenden Spannung liegt. Für die Erfassung von Erdschlußwischern werden solche Relais in der sogenannten $\cos\varphi$-Schaltung ausgeführt, d. h. Strom- und Spannungsspule wirken dynamometrisch wie bei einem Wattmeter aufeinander.

Ein solches Erdschlußrelais, das diesem Vorgang zu folgen in der Lage wäre, würde also im ersten Augenblick im eindeutigen Zusammenhang mit der Lage der Erdschlußstelle stehen. Während der nächsten Halbwelle der Schwingung tritt eine Umkehr des Drehmomentes ein, doch ist der Betrag wegen des gedämpften Verlaufes der Schaltschwingung kleiner als der der ersten Halbwelle. In der dritten Halbwelle ist das Drehmoment wieder positiv und so fort. Es ergibt sich aus der Summation der Einzeldrehmomente, die von der Einschaltschwingung herrühren, ein positiver Überschuß im Sinne des Drehmomentes der ersten Halbwelle.

[1]) Fraenkel: Theorie der Wechselströme, S. 203; Berlin: Julius Springer 1930.

Im Gegensatz hierzu steht das von der Grundwelle des Ladestromes ausgeübte Drehmoment. Dieses ist während der ganzen viertel Schwingung entgegengesetzt dem der ersten Halbwelle der Schaltschwingung. Ein Relais, das empfindlich genug wäre, auf den Antrieb der ersten Halbwelle des Schwingungsvorganges anzusprechen, könnte nach Ablauf des Schwingungsvorganges, der je nach der Dämpfung in einem mehr oder weniger großen Bruchteil der viertel Schwingung beendet ist, durch das nachfolgende entgegengesetzte Drehmoment des Ladestromes mit der Sternpunktsspannung entgegengesetzt ausschlagen.

Es ist für das *richtige Arbeiten* des Relais infolgedessen *Erfordernis*, daß der *Ausschlag* des Relais nach der *ersten* Halbwelle des Schwingungsvorganges *festgelegt* wird.

Der *Erdschlußwischer* ist in seiner Wirkung aus dem vorher beschriebenen Vorgang, der einen Dauererdschluß voraussetzte, ohne weiteres abzuleiten. Nimmt man an, daß der Strom *nach der ersten Halbwelle beim Nulldurchgang abreißt*, so ist damit die Leitungskapazität aufgeladen. Dabei erhält das Erdschlußrelais einen Antrieb von der Halbwelle des Wischerstromes im Zusammenhang mit der dabei auftretenden Verlagerungsspannung des Sternpunktes. Bei völlig gegen Erde isoliertem Netz bleibt diese Gleichladung auf der Leitung bestehen. Hat das Netz Ableitungswiderstände, so entlädt sich die Leitung über diese allmählich. Ist an der Leitung ein Erdschlußlöscher vorhanden, so wird die aufgeladene Kapazität über den Erdschlußlöscher entladen mit einer der Induktivität des Erdschlußlöschers und einer der Kapazität des Leiters entsprechend durch die Verluste des Stromkreises gedämpften Schwingung, deren Frequenz bei genauer Abstimmung gleich der Netzfrequenz ist. Liegt dabei der Erdschlußlöscher wie in Abb. 5 a von der Erdschlußstelle aus gesehen

Abb. 5a. Relais im Netz mit Erdschlußlöscher.

nicht in der gleichen Richtung wie die Leitung mit ihrer durch den Erdschlußwischer aufgeladenen Kapazität, so verursacht nach Abreißen des Wischers der aus der Kapazität nach dem Löscher zurückfließende Strom während einer viertel Schwingung der durch die Löscherabstimmung bedingten Schwingung ein entgegengesetztes Drehmoment im Erdschlußrelais wie das während des Wischers, weil die am Relais liegende Verlagerungsspannung des Sternpunktes zunächst noch ihr Vorzeichen beibehält. Liegt dagegen der Löscher wie in Abb. 5 b auf der gleichen Seite von

Abb. 5b.

der Erdschlußstelle aus gesehen wie die Leitung, so berührt der in den Löscher fließende Entladestrom der Kapazität das Relais nicht, ein entgegengesetztes Drehmoment kann also nicht auftreten.

In Abb. 5 c ist eine Ringleitung angedeutet, die durch mehrere Unterstationen in beispielsweise vier Teile zerfallen möge, deren jeder mit nicht fixierbarem Erdschlußwischerrelais beiderseits versehen ist. Durch einen Erdschlußwischer bei der Stelle A würden in den Relais zunächst Ströme fließen, die durch die eingezeichneten Pfeile ihrer Richtung nach gekennzeichnet sind. Wie man sieht, würde ein beiderseitiges Ansprechen der Relais nur an der gestörten Strecke erfolgen, während bei den anderen Strecken die Relais in ungleichsinniger Weise ansprechen würden. Die Relais, welche in Abb. 5 c ansprechen, sind durch Kreuze bezeichnet. Da die Leitung im ganzen Ring symmetrisch sein soll, verbreitet sich die bei dem Erdschluß auftretende Ladewelle von der Erdschlußstelle A ausgehend gleichmäßig nach beiden Seiten und stößt im Punkt B, der der Erdschlußstelle auf dem Kreis gegenüberliegt, aufeinander, so daß der Vorgang derselbe ist, wie wenn der Ring in zwei offene Einzelleitungen mit B als beiderseits offenem Ende aufgeteilt wäre.

Abb. 5c. Wischer im gelöschten Netz. Ansprechsinn der Relais durch den Wischer selbst.

Reißt der Erdschluß wie angenommen nach der ersten Halbwelle des Einschaltvorganges ab, so liegt auf der Leitung gleichmäßig verteilt eine Ladung. Ist bei C z. B. ein Löscher eingebaut, so setzt von der Einbaustelle ausgehend eine Entladung der Leitung über den Löscher ein, und es entstehen für die nun folgende Stromverteilung grundsätzlich andere Bedingungen, die vom zufälligen Aufstellungsort des Löschers abhängen. Abb. 5 d

Abb. 5d. Wischer im gelöschten Netz. Ansprechsinn der Relais durch die Entladeschwingung der Leitung.

Abb. 5e. Wischer im gelöschten Netz. Relais, welche ansprechen konnten.

zeigt die Richtung des Entladestromes an den Einbaustellen der einzelnen Relais. Der Ring erscheint nunmehr in zwei gleichwertige Leitungshälften aufgeteilt, so daß er gegenüber dem Aufstellungsort des Löschers bei D aufgeschnitten gedacht werden kann. Der Entladestrom hat also in den Erdschlußrelais während der viertel Schwingung der durch die Löscherabstimmung auf die Netzkapazität bedingten Eigenschwingung des Kreises Netzerdkapazität—Erdschlußlöscher die in Abb. 5 d angedeutete Richtung. Die Wischerrelais können daher auch noch an den mit einem Kreuz bezeichneten Stellen ansprechen und so die Eindeutigkeit der Gesamtangaben fälschen. Abb. 5 e zeigt die aus der Annahme, daß die Erdschlußrelais sowohl auf den Wischer als auch auf den nachfolgenden Strom ansprechen, sich ergebenden Relaisangaben durch Kreuze angedeutet.

Wie man sieht, ist es möglich, daß bei diesem Beispiel drei Leitungsstrecken als gestört angesehen werden könnten, weil bei ihnen beiderseits Erdschlußrelais angezeigt haben. Dann ist, wie aus dem behandelten Beispiel in Abb. 5 e erkenntlich wird, keine der Relaisangaben für die Bestimmung des Erdschlußortes brauchbar.

Diesen Betrachtungen ist zu entnehmen, daß das *richtige Arbeiten* eines *Erdschlußwischerrelais* streng an die Forderung der *Ausnutzung* des *ersten Stromstoßes* und der *Festlegung* nach dem Ansprechen gebunden ist. *(Schluß folgt.)*

Hochspannungs-Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampffüllung ohne und mit Gittersteuerung.

Von Dr.-Ing. Werner Kluge, Berlin.

(Schluß von S. 304.)

621. 314. 671

c) Röhren mit Steuergitter.

Die vorstehend beschriebenen Gefäße können mit einem Steuergitter versehen werden. Sie sind dann, wie Irving Langmuir[11]) im Jahre 1914 gezeigt hat, in der Lage, in Verbindung mit geeigneten Schaltungen das Maß der Wechselstromenergie festzulegen, welche gleichgerichtet und jeweils verbraucht werden soll. Ohne zunächst auf die baulichen Einzelheiten dieser Gefäße näher einzugehen, sei das Grundsätzliche über die Wirkungsweise der Gittersteuerung vorausgeschickt. Zum umfassenderen Studium der Phänomenologie der Gittersteuerung von Gasentladungen sei auf das bereits vorhandene Schrifttum[12]) verwiesen. Das Gitter hat die Aufgabe, in der Vorwärtshalbperiode den Zeitpunkt der „Zündung" zu bestimmen. Durch Verschieben dieses Zeitpunktes vermag es den Mittelwert des Gleichstromes stetig zu ändern (Abb. 8).

Abb. 8. Zur Wirkungsweise des Steuergitters: Verschiebung des Zeitpunktes der „Zündung" in der Vorwärtshalbperiode durch die Gitterspannung (I_M Mittelwert des Gleichstromes).

Die Zündung der Entladung kann in verschiedenen Phasenpunkten durch Anlegen entsprechender Mindestgitterspannungen gestattet werden. Jedem Wert der Anodenspannung ist ein kritischer Wert der Gitterspannung eindeutig zugeordnet, bei der die Zündung eben gerade noch verhindert wird. Wird diese Gitterspannung um ein Geringes nach positiven Werten geändert, so zündet die Entladung, d. h. die Spannung zwischen Anode und Kathode bricht auf Werte zusammen, die denen an gitterlosen Röhren nahezu gleichkommen. Sucht man für eine Reihe von verschiedenen Anodenspannungen die zugeordneten Gitterspannungen auf, welche die Zündung ermöglichen, so erhält man die sogen. Zündkennlinie. Es entsteht im allgemeinen eine Kurve vom Typus der Abb. 9. Sie zerfällt in einen positiven und einen negativen Ast. Der gesamte Kurvenzug grenzt den Sperrbereich vom Brennbereich ab. Der engere Verlauf der Zündkennlinie ist abhängig von der gegenseitigen Anordnung der Elektroden im Gefäß, von der Lochweite des Gitters, von Gasart und Gasdruck (bzw. Dampfdruck). Die Neigung des negativen Astes der Kennlinie gibt uns den Durchgriff D an, wobei $D = U_g/U_A \cdot 100\,\%$ definiert ist. (U_g Gitterspannung, U_A Anodenspannung.)

Zusammenfassend muß betont werden, daß das Gitter nicht den Anodenstrom in stetig umkehrbarer Weise steuert wie bei den Hochvakuum-Verstärkerröhren, sondern daß es ausschließlich den Augenblick der Zündung der Entladung festlegt. Lediglich vor der Zündung vermag es den sogen. „dunklen Vorstrom" in umkehrbarer Weise zu steuern. Hat die Entladung gezündet, so ist diese durch das Gitter im allgemeinen, wenn man von besonderen Gitterkonstruktionen und Betriebsbedingungen absieht, nicht mehr zu beeinflussen. Der Entladestrom ist in seiner Stärke dann nur noch durch den äußeren Widerstand im Anodenkreis zu verändern. Der Grund hierfür liegt in der Natur der Gasentladungen: Nach der Zündung der Entladung bilden die positiven Ionen eine Schicht um die Oberfläche des Gitters. Diese Schicht ist so mächtig, daß sie die durch die negative Spannung bedingte negative Ladung des Gitters zu kompensieren vermag. Dadurch wird dem Gitter seine steuernde Wirkung genommen. Eine Unterbrechung der Entladung ist nur dann möglich, wenn die Anodenspannung kurzzeitig unter den Betrag des Brennspannungsabfalles gebracht wird und hierauf das Wiederzünden in der folgenden Vorwärtshalbperiode durch eine entsprechende negative Mindestgitterspannung verhindert wird. Die Ionenmenge vor dem Gitter muß also erst abwandern, ehe das Gitter für den jeweiligen Zweck wieder steuerfähig wird. Die Zeit, die dazu verstreichen muß, nennt man die „Freiwerdezeit". Vollkommen frei von Ionen braucht hierzu der Entladungsraum nicht zu sein. Um dies nämlich zu erreichen, braucht man die sog. „Entionisierungszeit", welche merklich größer als die Freiwerdezeit ist. Bei quecksilberdampfgefüllten Gefäßen liegt die Freiwerdezeit in der Größenordnung von 10^{-3} bis 10^{-4} s. Sie wird bei gegebener Gefäßgestalt vom Anodenstrom, von der Gittervorspannung, vom Gitterwiderstand und von der Gasdichte bestimmt. Bei Hochspannungsgefäßen sucht man die Freiwerdezeit möglichst klein zu gestalten, im anderen Fall wird die Entstehung von Rückzündungen begünstigt.

Abb. 9. Verlauf der Zündkennlinie an einer gittergesteuerten Gleichrichterröhre.

Abb. 10. Gittergesteuerte Gleichrichterröhre für 15 kV Sperrspannung und 40 A max. Anodenstrom.

d) Technische Ausführungsformen und Anwendungen.

Von den möglichen Ausführungsformen der gittergesteuerten Gefäße werden hier diejenigen besprochen, die für hohe Spannungen den Nachweis der praktischen Bewährung und der betrieblichen Sicherheit erbracht haben.

---

[11]) I. Langmuir, Gen. electr. Rev. 26 (1923) S. 731; I. Langmuir u. H. Mott-Smith, Gen. electr. Rev. 27 (1924) S. 449, 536, 616, 738, 810.
[12]) z. B. A. Glaser, Jahrb. des AEG-Forschungs-Institutes, Bd. 3, 1931/32, sowie Z. techn. Physik 13 (1932) S. 549.

Das kleinste mit Gittersteuerung ausgerüstete Hochspannungsgefäß ist steuerbar bis 7,5 kV bei 2,5 A (s. Zahlentafel 2). In der Ausführung ist vom gitterlosen Rohr ausgegangen worden unter zusätzlicher Anordnung eines H-förmigen Gitters.

Zahlentafel 2. Elektrische Daten*) für Glühkathodenröhren (Röhren mit Steuergitter).

Sperrspannung V	max. Anodenstrom A	Spannungsabfall V	Heizspannung V	Heizstrom etwa A	Anheizzeit**) min	Kath.-Heizung	Durchgriff $U_g/U_A \times 100$ %
7 500	2,5	11 ··· 18	5	10	0,5	direkt	0,15/0,35
15 000	5	11 ··· 18	5	19	1	direkt	0,15/0,25
15 000	10	11 ··· 18	5	20	5	indirekt	0,03/0,06
15 000	40	11 ··· 18	5	20	5	indirekt	0,03/0,06

*) Alle angegebenen Werte werden bei einer Raumtemperatur zwischen + 15° und + 35° C mit Sicherheit erreicht.

**) Die endgültige konstante Lage der Gitterzündkennlinie wird je nach der Größe des Entladungsgefäßes erst nach Ablauf einer weiteren zusätzlichen Zeitspanne erreicht.

Das einer größeren Gleichrichterröhre (Abb. 3) entsprechende gittergesteuerte Gefäß zeigt z. B. Abb. 10. Die Entladung ist bis 15 kV Anoden-Scheitelspannung mit Sicherheit steuerbar. Dieses zur Zeit leistungsfähigste Gefäß weist einen Scheitelstrom von 40 A auf. Der innere Aufbau des Gefäßes geht aus einer Querschnittszeichnung (Abb. 11) hervor. Das kennzeichnende Merkmal dieser Bauart ist darin zu sehen, daß das Gitter keine H-förmige Gestalt besitzt, sondern als Haube die Kathode von oben her völlig umschließt. Die Gitterhaube ihrerseits wird von oben her von der glockenförmigen Anode umschlossen, so daß die Entladung vollkommen abgeschirmt brennen kann. Die wirksamen Gitterlöcher befinden sich nur in der oberen Planscheibe des haubenförmigen Gitters. Diese durchaus neuere Bauart führt eine günstige Feldverteilung im Sinne einer hohen Sperrspannung herbei.

Abb. 11. Innerer Aufbau der gittergesteuerten Gleichrichterröhre Abb. 10.

Abb. 12 gibt die absolute Lage der Zündkennlinie an. Eine Vielheit von Kurven zeigt gleichzeitig, in welchem Maße die Kennlinie von Rohr zu Rohr bei gleicher Bauart schwanken kann. Der oben definierte Durchgriff streut zwischen 0,34 und 0,56 ‰; der häufigste Wert ist 0,46 ‰.

Für das zeitlich völlig konstante Arbeiten großer gittergesteuerter Gefäße genügt nicht allein, daß die Kathode eine ausreichende und konstante Temperatur zur Emission hat, sondern daß die Zündkennlinie ihre konstante Endlage erreicht hat. Das ist jedoch erst dann der Fall, wenn die Temperaturverteilung im Gefäß stationär geworden ist. In Abb. 13 ist dargestellt, welche Lagen die Zündkennlinie im Laufe der Zeit nach dem Aufheizen der Kathode annimmt. Es erscheint somit ratsam, den Begriff der Anheizzeit bei diesen Gefäßen durch die „Bereitschaftszeit" oder „Anlaufzeit" zu erweitern. Die elektrischen Daten der hier besprochenen und sonst vorhandenen gittergesteuerten Gefäße sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Die eben besprochene Röhre konnte sich bei praktischen Versuchen gut bewähren. In einer Dreiphasen-Graetzschaltung wurden rd. 400 kW Gleichrichterleistung erzeugt bei rd. 11 000 V Gleichspannung und 36 A Gleichstrom. Die Gleichstromleistung ist durch Phasenverschiebung der Gitterspannung stetig bis herauf zur vollen Belastung regelbar. Ebenso wird die Abschaltung von Kurzschlüssen, die z. B. bei Verwendung in Sendestationen durch Überschläge an den Senderöhren verursacht werden, in vollem Umfange von den Gittern bewerkstelligt, ebenso das darauffolgende Wiederhochregeln der Spannung[13]).

Abb. 12. Absolute Lage und „Streuung" der Zündkennlinie an einer Vielheit von Röhren gleicher Bauart (nach Abb. 10).

Gittergesteuerte Röhren derselben Bauart für 5 bzw. 10 A sind in den Sendeanlagen Königswusterhausen und Witzleben (Fernsehsender) in Betrieb.

Im Verlaufe der Gefäßentwicklung hat Herr Martin Klopprogge eine zweckdienliche experimentelle Mitarbeit geleistet. Die technischen Messungen haben zum großen Teil die Herren Franz Ecke und Horst Drubig ausgeführt. Die Verwendung der genannten Röhren bei den deutschen Sendern ist von den Herren Dr. Kühle, Dr. Semm und Prof. Gehrts in dankenswerter Weise gefördert worden. Allen Beteiligten habe ich an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Abb. 13. Zusätzliche Verlagerung der Zündkennlinie nach dem Aufheizen der Kathode.

Zusammenfassung.

Über die physikalischen Eigenschaften und die praktische Bewährung neuerer Bauarten von quecksilberdampfgefüllten Gleichrichterröhren wird berichtet. Eine besondere Behandlung erfahren dabei die Röhren mit sog. „geführtem" Lichtbogen. Die z. Z. leistungsfähigsten Röhren richten 20 bis 30 kV (Scheitelwert) gleich bei 40 bzw. 5 A max. Anodenstrom. Weiterhin wird über eine neue Röhrenbauart mit Gittersteuerung berichtet, bei welcher das Gitter von der Anode umhüllt wird. Das z. Z. leistungsfähigste Rohr ist für 15 kV und 40 A Anodenstrom ausgelegt. Die praktisch erzielten Ergebnisse mit diesen Röhren werden mitgeteilt.

Berichtigung: Im ersten Teil, S. 303, links, 2. Absatz, ist zwischen Zeile 13 und 14 einzuschieben: „bei Röhren bis zu einem max. Anodenstrom von 10 A (s. Zahlentafel 1)". In der Unterschrift zu Abb. 4 soll die 2. Zeile lauten: „Anheizzeit an der Röhre für 5 A".

13) Vergl. A. Semm, Telegr. u. Fernspr.-Techn. 22 (1933) S. 167.

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 064 : 537. 311. 3 **Die Materialwanderung in elektrischen Ausschaltkontaken, besonders mit Löschkreis.** — Einige Hauptergebnisse der Untersuchungen über die Stoffwanderung in Abhebekontakten sind schon in dieser Zeitschrift zusammengestellt worden[1]). Nachstehend wird eine neuere Arbeit von R. Holm und F. Güldenpfennig besprochen, die betreffs der Anwendung von Ausschaltkontakten in der Nachrichtentechnik verschiedene Ergänzungen bringt. Vor allen Dingen wird hier die Wirkung eines sog. Löschkreises auf die Stoffwanderung untersucht und formelgemäß dargestellt. Der Löschkreis ist (vgl. Abb. 1) dem unterbrechenden Kontakt parallel geschaltet und besteht aus einer Kapazität C mit dem Vorschaltwiderstand r. Diese Kapazität hat die Aufgabe, den von der Selbstinduktion des Hauptkreises herrührenden Ausgleichstrom im ersten Abschaltaugenblick weitgehend zu schlucken, so daß keine Bogen, sondern höchstens schwache Funken entstehen. Bogen und überhaupt starke Funken müssen vermieden werden, weil sie die Kontaktflächen störend angreifen (Stoffwanderung). Der Vorschaltwiderstand r soll beim Einschalten die Entladestromstärke aus der Kapazität niedrig halten, denn sonst kann in den ersten Berührungspunkten des Kontaktes ein starkes Glühen und Verdampfen einsetzen, und in dem Dampf, der einen Augenblick lang den Strom unterbricht, können schädliche Funken zünden. Die Untersuchungen führen zu erfahrungsgemäß begründeten Formeln, nach denen man günstige Werte von C und r in Abhängigkeit von der elektromotorischen Kraft E, dem Widerstand R, der Selbstinduktion L des Hauptkreises und der Abhebegeschwindigkeit v des Kontaktes sowie vom Kontaktmetall berechnen kann. Die folgenden Formeln gelten für die praktischen elektrischen Einheiten und für v in cm/s bei gewöhnlicher Atmosphäre.

Abb. 1.

Wenn es nicht auf die allerfeinsten Möglichkeiten ankommt, so kann man folgendermaßen rechnen: Man wählt C etwas größer als

$$C = \frac{E}{3 \cdot 10^4\, v\, R}\,. \qquad (1)$$

r soll ungefähr so groß sein, daß die Bedingung

$$\frac{E - U_0}{R} - \frac{U_0}{r}\, e^{-\frac{1}{14\left(\frac{R}{2}+r\right)}\sqrt{\frac{L}{C}}} \leqq I_m \qquad (2)$$

erfüllt wird[2]). U_0 ist eine vom Kontaktmetall abhängige Zündspannung von der Größenordnung 15 V, I_m eine Mindeststromstärke des Bogens am betreffenden Metall. Werte von U_0 und I_m sind in den erwähnten Abhandlungen angegeben, z. B. ist für

		C	Pt	Au	W
I_m	Amp.	0,02	1,1	0,38	1,0
U_0	Volt	18	16	15	16

Bei der Wahl des Kontaktstoffes ist nicht nur U_0 zu berücksichtigen, das man möglichst groß wünscht, sondern man bevorzugt natürlich Stoffe, welche überhaupt wenig wandern, also einen kleinen Festwert γ haben[3]). Manchmal muß auch darauf geachtet werden. daß die Kontaktstücke nicht zum Haften aneinander neigen. [R. Holm u. F. Güldenpfennig, Wiss. Veröff. Siemens-Werk 14 (1935) H. 3, S. 53.] *Sb.*

[1]) R. Holm, ETZ 56 (1935) S. 538; der betr. Abschnitt fußt auf der Arbeit: R. Holm, F. Güldenpfennig u. R. Störmer, Wiss. Veröff. Siemens-Werk 14 (1935) H. 1, S. 30.

[2]) Die Formel (1) stellt eine Verbesserung der Formel (5g) der besprochenen Arbeit dar. Die Verfasser hoffen, daß laufende Messungen auch zu einer Verbesserung der Formel (2) führen werden.

[3]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 538, rechts, Tafel der γ-Werte.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 7. 081. 15 **Sonderanwendungen des elektrostatischen Meßprinzips.** — Das elektrostatische Meßwerk kann außer zur Spannungsmessung zu einer Reihe von Sonderzwecken verwendet werden. Beim elektrostatischen Kreuzfeldinstrument (Abb. 2) der englischen Firma Nalder Bros. wird ein Widerstand R_x gemessen, der sich z. B. in Abhängigkeit von der Temperatur, der Feuchtigkeit usw. ändern kann. Beim elektrostatischen Drehfeldinstrument nach Sieber liegen drei feste Elektroden an den drei Phasen eines Drehstromnetzes *1*, während ein zwischen den Elektroden drehbarer Flügel an eine Phase eines Netzes *2* und das Gehäuse an Erde angeschlossen ist. Sind die beiden Netze nicht synchron, so rotiert der Drehflügel mit der Schlupffrequenz. Bei synchronen Netzen bleibt der Flügel in einer durch die Phasenverschiebung gegebenen Lage stehen. Beim elektrostatischen Frequenzmesser nach Hartmann & Braun wird die zu messende Frequenz einerseits an eine feste Platte, anderseits an eine dünne federnde Platte gelegt, die sich über der festen Platte befindet und mechanisch abgestimmte Zungen trägt. Die Zunge, deren Eigenfrequenz mit der angelegten Frequenz übereinstimmt, gerät dann in Schwingungen. Der elektrostatische Oszillograph nach Ho (Cambridge Instr. Co.) besitzt zwischen zwei festen Elektroden eine mit einem Spiegel versehene Schleife. Beim elektrostatischen Synchronoskop nach Sterzel sind zwei elektrostatische Systeme um 90° gegeneinander gekreuzt (wie beim Saladin-Apparat oder beim „Koordinatenschreiber"). Ein Lichtstrahl trifft nacheinander die Spiegel der beiden Systeme und zeichnet auf eine Mattscheibe Lissayous-Kurven, wenn die beiden zu vergleichenden Netze an die beiden elektrostatischen Systeme gelegt werden. Bei Synchronismus entsteht ein unter 45° geneigter Strich. Der elektrostatische „Trockenprüfer" nach Dirks dient zur Bestimmung von Tuchfeuchtigkeiten, indem das zu untersuchende Tuch elektrisch aufgeladen und die Ladung an einem Elektrometer bestimmt wird. [A. Palm, Arch. techn. Messen (1935) J 764—1.] *Krt.*

Abb. 2. Elektrostatisches Kreuzfeldinstrument „Ohmer".

621. 314. 22. 08. 001. 4 : 621. 317. 083. 5 **Prüfung von Meßwandlern.** — Die Prüfung des Wandlers wird mit einer sich selbsttätig abgleichenden Kompensationseinrichtung vorgenommen (Abb. 3). Die zu bestimmenden Fehlergrößen werden dabei als Schleifdrahtlängen (a) abgebildet, die auf eine Schreibtrommel (W) übertragen werden. Das Verfahren läßt sich den verschiedenen Differenzschaltungen anpassen, bei denen der zu untersuchende Stromwandler (T_x) mit einem Normalwandler (T_N) verglichen wird. Der auftretende Differenzstrom (I_M) ruft an einem Widerstand (R_M) einen Spannungsabfall (U_M) hervor, der in zwei senkrechte Komponenten entsprechend dem Winkelfehler (δ) und Übersetzungsfehler ($\ddot{u}$) zerlegt wird. Dies geschieht dadurch, daß man die Spannung (U_M) über einen Schwinggleichrichter (SG_1 bzw. SG_2) auf ein Galvanometerrelais (N, H) überträgt, wobei die Erregerspannung abwechselnd um 90° verschoben werden kann. Das Galvanometerrelais wirkt bei Nicht-Stromlosigkeit auf einen Zählermotor (Z), der einen Schleifdraht-Spannungsteiler (R_s) verstellt. Dieser gibt eine ebenfalls abwechselnd um 90° drehbare Gegenspan-

nung (U_K) auf das Galvanometerrelais. Die Stellung des Spannungsteiler-Schleifkontaktes (K) ist somit je nach der Phasenlage des Erregerstromes für den Schwinggleichrichter ein Maß für den Übersetzungsfehler ($ü$) oder den Winkelfehler (δ) des zu untersuchenden Wandlers T_x. Mit dem Spannungsteiler ist der Papiervorschub eines Tintenschreibers gekuppelt, während das Meßsystem des

Abb. 3. Kompensationseinrichtung zur Prüfung von Meßwandlern.

Schreibers (Drehspul-Meßwerk D mit vorgeschaltetem Trockengleichrichter G) die Strombelastung des Wandlers T_x erfaßt. Mit dem Gerät ist es möglich, Fehlerkurven ununterbrochen aufzuzeichnen. Man kann das Gerät auch zur Aufzeichnung der Fehlergrößen von Spannungswandlern und darüber hinaus ganz allgemein als Wechselspannungs-Kompensograph mit vollselbsttätiger Aufzeichnung eines funktionellen Zusammenhanges in rechtwinkligen Koordinaten verwenden. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) Z 224—7.] *Krt.*

621. 317. 39 : 534. 012 **Messung rasch verlaufender Längenänderungen.** — Im Laufe der letzten Jahre wurde in der Materialprüfungsanstalt der T. H. Stuttgart eine Einrichtung zur Messung rasch verlaufender Längenänderungen (Stabdehnungen u. dgl.) entwickelt. Hierbei wurde das bekannte Verfahren angewandt, das Längenänderungen in Kapazitätsänderungen umformt, und diese mit Hilfe der halben Resonanzkurve eines Hochfrequenz-Schwingungskreises in Stromänderungen überführt. Das Verfahren wurde früher bei derartigen Messungen nicht angewandt, weil die frequenz- und amplitudengetreue Übertragung von Dehnungsschwingungen (Größenordnung 0,001 mm) auf einen Kondensator mit Schwierigkeiten verbunden ist, da die Kondensatorteile selbst durch das Versuchsstück in Schwingungen versetzt werden. Es handelt sich darum, die Eigenfrequenz dieser Teile möglichst weit über die Erregerfrequenz zu legen. Da die höchsten in Maschinen und Bauteilen noch wirksam auftretenden Frequenzen bei etwa 300 Hz liegen, so muß die niedrigste Eigenfrequenz der mechanischen Zwischenglieder größer als 1000 Hz sein, wenn die Fehlergrenze unter ± 2 % liegen soll. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Eichung des Kondensatorsystems begründet. Der Verfasser entwarf daher eine Meßdose, die beide Kondensatorplatten enthält, auf die die Dehnungen mit besonderen Bügeln übertragen werden. In Abb. 4 ist die Anordnung angegeben. Eine bewegliche Platte P_2 ist planparallel verschiebbar gegen eine feste, isolierte Platte P_1. P_2 ist an einer Membran M aufgehängt, die die Platte immer in ihre Anfangslage zurückzutreiben sucht. Die Platte P_2 wird über einen Stift S angetrieben, der nur durch den Membrandruck festgehalten wird. Durch die beiden kegelförmigen Lager A_1 und A_2 wird es ermöglicht, daß Verbiegungen am Meßstück O die planparallele Lage der Platten nicht stören. Das Mikrometer C dient nur zur Einstellung des Plattenabstandes zwischen 0,05 mm und 0,5 mm, wobei die Membran immer vorgespannt ist. Die Eigenfrequenz der Membran (mit der Platte P_2) wird dadurch sehr hoch, weil sie nicht mehr frei schwingen kann. Die Eigenfrequenz der Bügel B konnte durch geeignete Formgebung (Anbringen von Rippen R) oberhalb 1000 Hz gelegt werden. Die Meßdose wird ohne die Bügel an einer Meßmaschine geeicht, die auf 0,001 mm genau einstellbar ist.

O Meßstück
B Bügel
R Rippen
D Membrandose
M Membran
P_1 feste, isolierte Platte
P_2 verschiebbare Platte
S Stift
A_1, A_2 Lager
C Mikrometer

Abb. 4. Einrichtung zur Messung rasch verlaufender Längenänderungen.

Das elektrische Meßgerät, das die Kapazitätsänderungen in Stromänderungen umformt, besteht aus einem Hochfrequenzgenerator (Frequenz etwa 10^6 Hz), an dessen Schwingungskreis die Meßdose angeschlossen wird, einem abgestimmten Audion-Röhrenvoltmeter und einer direkt gekoppelten Verstärkerstufe. Das Gerät ist für Vollnetzanschluß, 220 V Wechselspannung, gebaut und gegen Schwankungen der Netzspannung unempfindlich dank Verwendung eines Stabilisators und von Eisen-Wasserstoff-Widerständen. Der Verlauf des vom Gerät abgegebenen Stromes wird von einem Schleifenoszillographen aufgezeichnet.

Als Beispiel der Anwendungsmöglichkeiten sei die Messung des Dehnungsverlaufes eines Stabes einer Eisenbahn-Stahlbrücke während der Überfahrt einer Dampflokomotive angeführt[1]) (Abb. 5). Die langsamen Schwingungen mit ungefähr

a Eigenschwingungen der Brücke *b* Eigenschwingungen des Stabes

Abb. 5. Dehnungslinie eines Brückenstabes bei der Überfahrt einer Dampflokomotive.

3 Hz rühren her von exzentrisch angeordneten Ausgleichsmassen auf den Triebrädern, die bei jeder Umdrehung dieser Räder eine senkrecht zur Brücke wirkende Kraft ausüben. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit erfolgen diese Stöße im Rhythmus der Eigenfrequenz der Brücke und schaukeln diese langsam auf. Diese Bewegungen übertragen sich auch auf die einzelnen Brückenstäbe, wo sie sich als Zug oder Druckspannungen äußern und entsprechende Dehnungen hervorrufen. Die schnellen Schwingungen rühren von Längsschwingungen dieses Stabes selbst her. [K. Löffler, Dissertation T. H. Stuttgart 1935.] *Sb.*

Elektrisches Prüfamt 39. — Den Städtischen Betrieben der Freien und Hansestadt Lübeck, Abteilung Elektrizitätswerk, in Lübeck ist die Genehmigung erteilt worden[2]), als „Elektrisches Prüfamt 39" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen und zwar mit Gleichstrom bis 300 A, 500 V und mit Wechsel- und Drehstrom bis 1200 A, 10 000 V.

[1]) Schrifttum: D. Thoma, Z. VDI 77 (1933) S. 873.
[2]) Reichsgesetzblatt S. 905.

Verkehrstechnik.

625. 1/2. (43) **Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1935**[1]. — (Vorläufiger Jahresüberblick.) Die Gesamteinnahmen der Betriebsrechnung stellen sich auf 3575 Mill RM (3326,3), die Gesamtausgaben auf 3420 Mill RM (3302,3). (Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Jahr 1934.) Die Aufwendungen für finanzielle Lasten werden sich aus Betriebsüberschuß, Rückstellungen und Sondereinnahmen abdecken lassen. Die Betriebslänge der elektrischen Zugförderung erhöhte sich auf rd. 2220 (2070) Streckenkm. Die rd. 110 km lange 100 kV-RB-Fernleitung Landshut—Treuchtlingen, sowie die Unterwerke Augsburg und Treuchtlingen wurden in Betrieb genommen, die ortsfesten Anlagen für den Versuchsbetrieb auf den Strecken Freiburg (Breisgau)—Neustadt (Schwarzwald) nebst Titisee—Seebrugg fertiggestellt. Der Bau der Gleichrichterwerke für die Berliner S-Bahn nahm seinen Fortgang. Kraftwerk Muldenstein erhielt einen Bahnstrom-Turbogenerator für 10 000 kW. Die Versuche mit dem Steuerumrichter im Saalachkraftwerk wurden mit gutem Ergebnis abgeschlossen. Im Oktober wurden die Bauarbeiten für die Einführung elektrischen Zugbetriebes auf der Strecke Nürnberg—Halle und dem Abzweig Großkorbetha—Leipzig (350 Streckenkm, Baukosten 68 Mill RM für ortsfeste Anlagen, 46 Mill RM für Triebfahrzeuge) aufgenommen. Ferner wird die Strecke Stuttgart—Zuffenhausen—Weil (26 km) elektrisiert. — Gegen Rundfunkstörungen hat sich die Verwendung von Kohleschleifstücken bis zu Fahrgeschwindigkeiten von 90 km/h bewährt. Für höhere Geschwindigkeiten sind Versuche auf den schlesischen Gebirgsbahnen im Gange. Die km-Leistung der Triebwagen mit eigener Kraftquelle wurde je Wagen um 5 % gesteigert, und zwar hauptsächlich durch den vermehrten Einsatz von Schnelltriebwagen. Zur Verbindung Berlin—Hamburg traten Köln—Berlin, Frankfurt (Main)—Berlin, Köln—Altona. Hinzu kommen München—Nürnberg—Berlin und Stuttgart—Nürnberg—Berlin. Mit der Ablösung des Ruhr-Schnellverkehrs durch Eiltriebwagen wurde begonnen. Die Ausrüstung von Bahnen mit elektrischer Streckenblockung, wie die Einrichtung elektrischer Weichen- und Signalbeleuchtung schreitet fort. Auf mehreren Bahnhöfen wurden Lautsprecheranlagen zur Regelung des Personenverkehrs geschaffen. Für die in Betrieb genommene Strecke Augsburg—Nürnberg, sowie für bereits vorhandene Strecken wurden etwa 20 elektrische Lokomotiven angeliefert. Neu in Auftrag gegeben wurden: 12 Schnellzuglokomotiven 1 Do 1, E 18, 6 Personen- und Güterzuglokomotiven Bo-Bo, E 44, und 9 Güterzuglokomotiven Co-Co, E 93. Ferner wurden 28 zweiteilige Triebwagen für 120 km/h mit 48 Steuerwagen und 2 „Aussichtstriebwagen" angeliefert. Auf der Berliner S-Bahn wurde ein Triebwagenprobezug — 4 Trieb- und 4 Beiwagen — in Versuchsbetrieb genommen, bei dem durch verschiedene Änderungen an den Fahrmotoren die Leistung um etwa 50 % gegenüber den vorhandenen und die Höchstgeschwindigkeit auf 120 km/h gegenüber 80 km/h erhöht wurde. 10 Trieb- und 10 Beiwagen werden bei den bestellten 44 Trieb- und 45 Beiwagen in der verstärkten Ausführung gebaut. Außerdem wurden bestellt: 4 Wechselstromtriebwagen für die Stuttgarter Nahbahnen, 2 dreiteilige Wechselstrom-Schnelltriebwagen für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit und 13 dreiteilige Wechselstromtriebwagen für 120 km/h Höchstgeschwindigkeit. Die beiden letztgenannten Bauarten sind neu entwickelt. Nach Neuentwürfen wurde auch 1 Wechselstromtriebwagen für 50 Hz für die Höllental- und Dreiseenbahn bestellt. Die Zahl der Triebwagen mit eigener Kraftquelle wurde stark vermehrt. Aus diesen seien nur die zweiteiligen Schnelltriebwagen (Bauart Hamburg) mit Scharfenbergkupplung und Motor-Fernsteuerung zum Fahren mehrerer Einheiten von einem Führerstand, die 4 dreiteiligen Triebwagen mit 2 × 600 PS Maybach-Auflademotoren und elektrischer bzw. hydraulischer Kraftübertragung und die 4 vierachsigen diesel-elektrischen Triebwagen mit 560 PS MAN-Auflademotoren angeführt. Die beiden letzten Bauarten wurden aus dem Streben nach Leistungssteigerung ohne wesentliche Gewichtsvermehrung und Mehrbedarf an Raum entwickelt. Die Triebwagen für 120 und 160 km/h erhalten eine elektrisch gesteuerte Hildebrand-Knorr-Bremse (Hiks.-Bremse). — Die neuen Gebäude der elektrotechnischen Versuchsanstalt in München werden voraussichtlich Mitte dieses Jahres bezogen. Im laufenden Geschäftsjahr kommen voraussichtlich u. a. 24 elektrische Lokomotiven und 330 Trieb-, Steuer- und Beiwagen zur Anlieferung. *Pge.*

[1] Bericht 1934: ETZ 56 (1935) S. 516.

621. 335. 4 (45) : 621. 353 **Akkumulator-Triebwagen für italienische Nebenbahnen.** — Über die Ergebnisse auf drei italienischen Straßenbahnlinien wird berichtet, die seit einigen Jahren sich auf Akkumulatorenbetrieb umgestellt haben. Die S. A. Compagnia Generale delle Tranvie Piemontesi, Saluzzo, betreibt auf einer Strecke von 110,6 km sechs Triebwagen. Einige Hauptkennzeichen der Wagen sind: Spurweite 1100 mm, Länge über Puffer 13 800 mm, Fassungsvermögen 70 Plätze, Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Der Wagenkasten ruht auf zwei Drehgestellen. Alle Fahrzeuge sind mit einer selbsttätigen Druckluftbremse ausgerüstet. Von der elektrischen Ausrüstung sind bemerkenswert die Kurvenscheiben-Fahrschalter mit sechs Reihen- und vier Parallel-Fahrstellungen sowie sieben Bremsstellungen. Bei der letzten Reihen- bzw. Parallel-Fahrstellung sind die Motorfelder auf 70 % durch Shuntung geschwächt. Die vier Tatzlagermotoren treiben die Triebachsen über ein einfaches Stirnradvorgelege an. Die gesamte Stundenleistung am Triebradumfang ist 136 PS. Der Akkumulatorenspeicher besteht aus 160 Elementen, die zu je 20 Elementen in acht säurefesten Trögen zusammengefaßt sind. Die Kapazität beträgt 800 Ah bei 5stündiger Entladungsdauer, die mittlere Speicherspannung 300 V. Der Speicher wiegt 9,8 t bei einem Fahrzeuggewicht (leer) von 29,7 t. Drei Ladestellen laden vier Speicher jeweils gleichzeitig. Durch Ladung bei Nacht und gelegentlich nur mittags wird billige elektrische Energie verwandt.

Die Betriebsergebnisse zeigten, daß ohne Schwierigkeiten mit einem Zuggewicht von 70 t (ein Triebwagen und vier Anhänger voll besetzt) gegenüber dem verlangten Zuggewicht von 60 t (mit drei Anhängern) der vorgesehene Fahrplan eingehalten werden kann. Der mittlere Stromverbrauch eines normalen Zuges schwankte zwischen 21,2 und 33,7 Wh/tkm. Die höhere Reisegeschwindigkeit und damit Durchführung eines dichteren Fahrplanes sowie die kürzeren Untersuchungszeiten und einfache Bedienung erwiesen die Fahrzeuge gegenüber den Dampflokomotiven bald als überlegen. Die Betriebskosten je Zug-km erbrachten eine Ersparnis von 35 % gegenüber dem Dampfbetrieb.

Die S. A. Tranvia Monza-Trezzo-Bergamo hat drei Triebwagen auf einer Strecke von 40,1 km eingesetzt. Die Spurweite ist bei dieser Bahnlinie 1445 mm. Die übrigen Hauptkennzahlen sind ähnlich den vorher genannten: Fassungsvermögen 90 Plätze, vier Reihenschlußmotoren von einer Stundenleistung von je 29 kW an der Motorwelle bei 840 U/min entsprechend 150 PS Stundenleistung am Triebradumfang. Die Fahrschalter sind ähnlich wie vorher in Verbindung mit einem Höchststromauslöser. Der Akkumulatorenspeicher besteht aus 140 Bleigitterplatten-Elementen mit einer mittleren Spannung von 260 V. Er ist in vier großen Speicherkästen unter dem Wagenkasten aufgehängt. Die Kapazität beträgt bei 5stündiger Entladung 800 Ah. Gewicht 8,8 t bei einem Gesamtfahrzeuggewicht von 28,5 t (leer). Die Forderung, daß ein Zug von 46 t mit 150 Reisenden eine Reisegeschwindigkeit von 28 km/h bei 45 km/h Höchstgeschwindigkeit haben soll, wurde ausreichend erfüllt bei einem mittleren Stromverbrauch von 29 Wh/tkm. Das Zuggewicht kann noch um 20 % durch Mitnahme eines weiteren Anhängers überschritten werden.

Die S. A. Tranvie Vicentine, Vicenza, hat auf der Strecke Montagnana—Vicenza—Bassano ähnliche Triebwagen eingesetzt, die gegenüber den vorher beschriebenen sich lediglich durch größeres Fassungsvermögen und etwas höheres Gewicht bei einer Reisegeschwindigkeit von 25 km/h und einer Höchstgeschwindigkeit von 75 km/h unterscheiden.

Die Ausführungen zeigten, daß Akkumulatoren-Triebwagen in vielen Fällen mit der Dampflokomotive oder anderen Triebfahrzeugen mit Erfolg in Wettbewerb treten können (wozu auch die Fortschritte in der Akkumulatorentechnik beitragen). Schätzenswert sind die vielen Vorzüge wie Sauberkeit, einfache Bedienung, geringe Unterhaltung, höhere Lebensdauer und kurze Untersuchungszeiten, großes Fassungsvermögen der Züge und besonders die Möglichkeit, billige elektrische Energie nutzbringend zu verwerten. Auch die oft vertretene Meinung, daß nur eine geringe Fahrgeschwindigkeit zu erreichen sei, wird widerlegt. [O. Gysin, Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 278.] *Cl.*

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 791 **Ein neuer Schweißautomat für Kohlelichtbogen-Schweißung mit relaisloser Steuerung.** — Ein neuer Kohlelichtbogen-Schweißkopf wurde entwickelt, der mit einer völlig neuartigen relaislosen Steuerung arbeitet. Zwei Gleichstrom-Nebenschlußmotoren *a* und *b* (s. Abb. 6) arbeiten über ein Differentialgetriebe *c* auf das Triebrad *d*, daß die Spannzange *e* mit der darin eingespannten Kohleelektrode *f* vorschiebt oder

a	Vorschubmotor	*g*	Regler für die Lichtbogenspannung	*m*	Werkstück
b	Rückzugmotor	*h*	Umschalter	*n*	Lichtbogenspannung
c	Ausgleichgetriebe	*i*	Regler	*o*	zum Schweißumformer
d	Triebrad	*k*	Schalter		
e	Spannzange	*l*	Blasspulen		
f	Schweißkohle				

Abb. 6. Schaltanordnung des Schweißautomaten mit relaisloser Steuerung.

zurückzieht. Motor *b* liegt an der Lichtbogen- bzw. Leerlaufspannung des Schweißaggregates und läuft mit einer Geschwindigkeit, die proportional der Lichtbogenspannung bzw. Lichtbogenlänge ist. Motor *a* liegt an einer konstanten Gleichspannung und läuft mit einer einstellbaren konstanten Drehzahl. Während des Schweißens arbeiten beide Motoren auf das Differentialgetriebe, dessen austreibende Welle mit einem Triebrad die Kohle zum Einhalten der gewünschten Lichtbogenspannung vorschiebt oder zurückzieht. Sind die Geschwindigkeiten beider Motoren gleich, so steht die austreibende Welle still. Erhöht sich die Drehzahl des Motors *b*, z. B. infolge Abbrandes der Kohle, so läuft das Triebrad in solcher Richtung, daß die Kohle vorgeschoben wird. Besonderer Wert ist auf ein glattes Äußeres des Schweißkopfes gelegt, wodurch die Sauberhaltung auch im rauhen Schweißbetrieb gewährleistet ist. Die Regler für die Blasspule und für die Lichtbogenspannung befinden sich in einem Gehäuse, an das die Motoren mit dem völlig gekapselten Getriebe angeflanscht sind. Die Spannzange für die Elektrode ermöglicht ein einfaches Auswechseln und Nachstellen sowie die Verwendung beliebig langer Schweißkohlen. Um das Eindringen von Sauerstoff und Stickstoff der Luft in das Schmelzbad zu verhindern, wird ein Oxydationsmittel in Form einer Papierkordel in die Nähe der glühenden Kohle gebracht, verbrennt dort und schafft dadurch eine sauerstoffarme Atmosphäre. Der stets beim Schweißen auftretende Werkstoffverlust durch Verbrennen und Verdampfen muß durch Zusatz ausgeglichen werden. Ein dünner Zusatzdraht im Schmelzbad wird in regelbarer Menge zugeführt. Die Bedienung ist einfach, so daß nach kurzer Unterweisung jeder Arbeiter in der Lage ist, saubere und gleichmäßige Arbeit zu liefern. Die Einrichtung läßt sich besonders wirtschaftlich für die Rohr- und Trägerschweißung sowie die Faßschweißung und den Behälterbau verwenden. [Siemens-Z. 16 (1936) S. 10.] *Sh.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 812 **Zustand der Ionosphäre und die Ausbreitung elektrischer Wellen.** — Um Schlüsse über den Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der elektrischen Wellen und dem Zustand der Ionosphäre zu gewinnen, wurden Feldstärken und Echos aufgezeichnet. Für die Echoversuche wurde ein 6 kW-Sender (Oberstrichleistung), der leicht auf 40, 80, 150, 250, 500 und 1000 m umgeschaltet werden kann, verwendet und mit Stromstößen von $^1/_{10\,000}$ bis $^1/_{20\,000}$ s Dauer getastet. Empfangen wird dieser Sender in 6 km Abstand mit Rahmen, vierfacher Hochfrequenzverstärkung, Anodengleichrichtung und einfacher Niederfrequenzverstärkung. Für den Empfang der beiden Kurzwellen 40 und 80 m wird ein Vorsatzgerät benutzt. Die ausgesandten kurzen Wellenzüge werden mit Hilfe des Braunschen Rohres beobachtet. Zur zeitlichen, synchronen Auseinanderziehung des Bildes am Schirm des Braunschen Rohres wird die Gruppenfrequenz (50 Hz-Lichtnetz) über Leitungen vom Sender zum Empfänger geführt. Durch einen 750 Hz-(15 × Grundfrequenz-)Generator werden auf einem Photostreifen außer dem Bodenwellen- oder Echozeichen Höhenlinien im Abstand von 100 km aufgezeichnet. Für die Feldstärkemessungen werden drei Sender auf 40, 80 und 160 m durch einen gemeinsamen Quarz gesteuert. Die Endstufen liefern etwa 20 W. Diese Sender werden in 195 km Abstand durch drei einzelne Audionempfänger mit zwei Niederfrequenzstufen zur Feldstärkemessung aufgenommen. Hierzu werden die drei Empfänger durch einen gemeinsamen Quarzoszillator überlagert, der 1500 Hz über der kleinsten Sendefrequenz liegt. Dadurch entstehen am Ausgang der drei Empfänger niederfrequente Töne von 1500, 3000 und 6000 Hz, die ausgesiebt und gleichgerichtet den Schreibgeräten zugeführt werden. Die Versuchsapparaturen liefern einmal Angaben über die Ionosphäre bei senkrechtem Einfall der kurzen Stromstöße und je nach Schichthöhe Feldstärken bei 45° oder 27° Einfallswinkel. Die drei Sender für Feldstärkemessungen liefern am Empfangsort keine Bodenwelle mehr. Die Schwundperioden entstehen also entweder durch Änderung der Reflexionsfähigkeit der Ionosphäre oder durch Interferenzen der Raumwellen untereinander. Auf der 40 m-Welle zeigt sich an vielen Tagen keinerlei Empfang, es ergibt sich, daß selbst bei einem Einfallswinkel von 27° die Ionenkonzentration nicht ausreicht, die Sprungentfernung also normalerweise größer als 200 km ist. Die 80 m-Welle zeigte meist während 24 h Dauer Echos und Empfang. Die Trägerkonzentration ist also nicht so groß, daß eine Absorption des schrägen Strahles eintritt, und auch nicht so klein, daß der senkrechte Strahl sie durchdringen kann. Mit Sonnenuntergang wächst die Feldstärke, und gleichzeitig werden mehrfache Reflexionen beobachtet. Auf der 160 m-Welle treten die ersten Echos einige Stunden vor Sonnenuntergang auf. Der Empfang der Feldstärkesender folgt etwas später. Der Gang der Echotätigkeit während der Nacht ist ziemlich uneinheitlich. Er wechselt zwischen verschiedenen Schichten, ein eindeutiger Zusammenhang mit den Feldstärkekurven konnte bisher nicht festgestellt werden. An vielen Tagen tritt auf den verschiedenen Wellen ein von den beschriebenen Verhältnissen abweichender Gang auf, der als anomaler Verlauf bezeichnet wird. An Hand der Versuchsergebnisse werden die Veränderungen der Schichten besprochen und diejenigen Schlüsse gezogen, die bei der bis jetzt verhältnismäßig kurzen Versuchsdauer möglich sind. Die Versuchsergebnisse zeigen jedoch bereits, daß man aus den Echomessungen (senkrechter Einfall) auf die Brauchbarkeit einer Welle für die Überbrückung von 200 km (schräger Einfall) schließen kann. Es ist ferner wahrscheinlich, daß man versuchsmäßig Verhältniszahlen findet, die aus den Echomessungen auch die Eignung einer Welle für größere Entfernungen erkennen lassen. [W. Dieminger, Hochfrequenztechn. 46 (1935) S. 109.] *Hze.*

621. 396. 615. 029. 6 **Sender für Wellen unter 1 m.** — Die Grenzen der Schwingungserzeugung im Dezimeterwellengebiet bespricht N. E. Lindenblad und beschreibt eine Möglichkeit zur Herstellung kürzester Wellen unter Anwendung der Grundsätze der Frequenzvervielfachung. Die an sich unregelmäßige Anodenstromkurve einer in der Barkhausen-Kurzschaltung arbeitenden Dreipolröhre wird durch Anordnung eines Magnetfeldes senk-

recht zum elektrischen Feld noch stärker verzerrt. Abb. 7a gibt zunächst einen Überblick über die Standorte von Elektronen, die zu verschiedenen Zeiten während der positiven Halbdauer der Grundschwingung den Heizfaden verlassen, für jeden Zeitpunkt innerhalb der Dauer einer Schwingung ohne Anwendung eines magnetischen Hilfsfeldes. Die Elektronen schwingen um so weiter aus, je früher sie in dem betrachteten Zeitraum den Heizfaden verlassen. Der Einfluß eines Magnetfeldes ist aus Abb. 7 b zu erkennen: Die Elektronen kehren nun in wesentlich kürzerer Zeit zum Heizfaden zurück, als dies ohne Anwendung eines Magnetfeldes der Fall war. Eine Integration der aus den Kurven ablesbaren Elektronengeschwindigkeiten führt zur eigentlichen Anodenstromkurve, deren Verlauf bei Einwirkung eines Magnetfeldes für die Dauer einer Schwingung aus Abb. 7 c ersichtlich ist. Die Bedingung für die

Abb. 7. Elektronenverteilung einer Dreipolröhre ohne (*a*) und mit (*b*) Anwendung eines Magnetfeldes sowie Anodenstromverlauf (*c*) im Falle *b*.

Ausbildung von Oberschwingungen ist, wie man sieht, ausgezeichnet erfüllt. In der Folge werden Mittel zur Behebung von Spannungsschwankungen besprochen; die Modulationsfrage wird angeschnitten und als Modulationsverfahren die Gemischtmodulation vorgeschlagen, bei der die Modulationsspannung zu richtigen Teilen gleichphasig ans Gitter und an die Anode der Bremsfeldröhre gelegt wird. Während der positiven Halbdauer der Modulationswechselspannung wird dann das Gitter positiver und damit die Elektronengeschwindigkeit größer; gleichzeitig aber ist die Anode schwächer negativ geworden und die Elektronen können weiter ausschwingen, so daß die Laufzeit die gleiche geblieben ist und nur die Stärke des Stromes sich geändert hat, somit also eine reine Amplitudenmodulation erreicht ist.

Bei der nun folgenden Besprechung von Richtstrahlern wird zwischen zwei Verfahren unterschieden: Richtsendung ungerichteter Strahlen unter Verwendung besonderer Strahlwerferanordnungen, wie sie etwa Parabolspiegel aus Ganzmetall darstellen, und Strahlungsbündelung, die durch geeignete Anordnung mehrerer vom gleichen Sender gespeister Einzelstrahler erreicht wird. Einige derartige Anordnungen werden beschrieben. Zum Schluß werden Angaben über Sendeanlagen, die nach den erwähnten Gesichtspunkten aufgebaut sind, gemacht. Einer der dargestellten Sender, bei dem das Prinzip der Frequenzvervielfachung im besprochenen Sinn zur Anwendung gelangt, besitzt z. B. in der ersten Stufe zwei Dreipolröhren, die in Gegentaktschaltung eine Grundfrequenz von $144 \cdot 10^6$ Hz liefern; diese Schwingung wird über eine Pufferstufe, die eine Leistungsverstärkung auf den doppelten Betrag der Eingangsleistung bewirkt, an eine weitere Gegentaktstufe gegeben, die schließlich die dreifache Frequenz an die Antenne liefert; die Ausgangsleistung beträgt bei $432 \cdot 10^6$ Hz etwa 15 W, der Wirkungsgrad ist 10 %, und das bei der Frequenzvervielfachung benutzte Magnetfeld hat eine Stärke von 150 Oersted. Mit wassergekühlten Röhren in ähnlicher Anordnung konnte bei einer Frequenz von $411 \cdot 10^6$ Hz eine Ausgangsleistung von 115 W erzielt werden; das Magnetfeld hatte dabei eine Stärke von etwa 200 Oersted, die Frequenz der Grundschwingung betrug $137 \cdot 10^6$ Hz. Ohne Magnetfeld lieferte dieselbe Anordnung unter sonst gleichen Betriebsbedingungen eine Ausgangsleistung von 35 W. Es wird festgestellt, daß sich allgemein bei Verwendung von Dreipolröhren mit zylindrischer Anordnung der Elektroden zur Frequenzvervielfachung der Wirkungsgrad durch Anwendung eines Magnetfeldes im angegebenen Sinne bei sonst gleichen Arbeitsbedingungen auf den dreifachen Wert verbessern läßt. Schließlich werden die von verschiedenen Beobachtern an verschiedenen Orten festgestellten Reichweiten von Wellen im Bereiche zwischen 74 cm und 500 cm in einer Tafel zusammengefaßt mitgeteilt. [N. E. Lindenblad, Proc. Inst. Radio Engr. 23 (1935) S. 1013.] *E. C. M.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 228. 1 : 621. 318. 524. 025. 6 **Piezoelektrische Anziehungskräfte.** — An piezoelektrischen Kristallen treten im dynamischen Fall Anziehungskräfte auf, welche für diese Kristalle einen neuen Verwendungszweck in der Technik, nämlich für selektive Relais[1]) eröffnen. Liegt der Kristall auf einer gleichzeitig als Erregungselektrode dienenden Metallplatte und befindet sich über ihm in geringem Abstand, z. B. an einer Feder schwebend, eine zweite Metallplatte, die als zweite Elektrode dient, so wird diese bewegliche Platte vom Kristall angezogen, wenn der Kristall in seiner longitudinalen Eigenwelle erregt wird. Der schwingende Kristall erzeugt nämlich sehr hoch gespannte Ladungen auf seinen Oberflächen, so daß Anziehungskräfte von größenordnungsmäßig 0,5 g zwischen dem Kristall und der beweglichen Elektrode zustande kommen. Die bewegliche Elektrode stellt gleichzeitig den Relaisanker dar, der zur Kontaktgabe usw. dienen kann. Die Anziehungskräfte wurden mit einer Waage gemessen und an einem Beispiel gezeigt, daß man aus den gemessenen Anziehungskräften die piezoelektrischen Ladungen errechnen kann. — Die piezoelektrischen Anziehungskräfte könnten aber in anderen Fällen auch störend auftreten, wenn sie z. B. in Kristallhalterungen für Präzisionsmessungen zu einer Lageänderung der Elektroden und damit zu Kopplungsänderungen führen. Dies muß bei Quarzhalterungen beachtet werden. [J. Gruetzmacher, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 2, S. 122.]

621. 317. 755. 001. 4 : 537. 523 **Kathodenoszillographische Untersuchung des Luftdurchschlags bei großen Schlagweiten.** — Um die Frage zu klären, ob beim Luftdurchschlag mit einer wirksamen „Volumenionisierung" der positiven Ionen zu rechnen ist, erschien es wünschenswert, die experimentellen Untersuchungen über die Funkenverzögerung beim Durchschlag auf größere Schlagweiten auszudehnen. Die Messungen werden im homogenen elektrischen Feld an einer Plattenfunkenstrecke von 2 cm Schlagweite in Luft von Atmosphärendruck ausgeführt. Als Meßinstrument dient eine Sonderbauart des Kathodenoszillographen, die die unmittelbare Aufzeichnung von Gleich- und Wechselspannungen bis 100 kV ohne Spannungsteiler ermöglicht. Zunächst wird die statische Durchschlagspannung der Funkenstrecke, die etwa 60 kV beträgt, im Oszillogramm festgelegt. Sodann werden der Funkenstrecke von einer Stoßanlage über eine 75 m lange Freileitung Spannungsstöße von annähernd rechteckiger Form zugeführt, die bis 100 kV gesteigert werden. Der Spannungsverlauf an den Elektroden der Funkenstrecke wird dabei durch den Oszillographen aufgezeichnet. Den Oszillogrammen werden die prozentuale Überspannung über der statischen Durchschlagspannung und die zugehörige Verzögerungszeit, gerechnet vom Anlegen der Spannung bis zum Einsetzen des Zusammenbruchs, entnommen. Die trotz des großen Durchschlagsweges gemessenen kurzen Verzögerungszeiten, die je nach

[1]) DRP 613 413.

Höhe der Überspannung zwischen 0,2 und $3{,}5 \cdot 10^{-7}$ s liegen, sprechen für die Annahme einer wirksamen Volumenionisierung. Zeichnet man die Überspannung in Abhängigkeit von der Verzögerung auf, so ergibt sich eine nur unwesentliche Streuung der Meßpunkte, obwohl die Funkenstrecke nicht besonders bestrahlt wurde. Die Spannung bricht in Zeiten von 2 bis $3 \cdot 10^{-8}$ s zusammen, und zwar bei höheren Überspannungen stets in einer deutlichen Stufe. [M. Meßner, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 2 S. 133.]

621. 315. 615. 2 : 537. 525. 92 **Raumladungen und Ionisierungsvorgänge in Öl.** — Um Raumladungen und Ionisierungsvorgänge in Öl untersuchen zu können, läßt K. Christ das Öl zwischen den Elektroden eines Zylinderkondensators parallel zur Achse, also senkrecht zum elektrischen Feld, durchströmen. Liegt keine Spannung an den Elektroden und strömt dabei das nicht gereinigte Öl an den Elektroden vorbei, so treten positive Ionen von dem Metall ins Öl über. Mit wachsender Strömungsgeschwindigkeit nähert sich dabei der Strom einem Sättigungswert, der 6 bis $7 \cdot 10^6$ positiven Ionen je cm^2 u. s entspricht. Ist eine der Elektroden hochisoliert, so wird sie auf etwa — 0,7 V aufgeladen. Bei ruhendem Öl tritt vor den Elektroden eine positive Raumladung im Öl von etwa 10^{-12} Coulomb je cm^2 auf. Die geschilderten Vorgänge hängen vom Reinheitszustand des Öles ab. Mit wachsender Reinheit werden die angegebenen Ströme und Raumladungen kleiner. Liegt an den Elektroden Gleichspannung, so tritt vor ihnen eine Raumladung des jeweils umgekehrten Vorzeichens auf (negative vor der Anode, positive vor der Kathode), die sich mit wachsender Spannung einem Größtwert nähert. Die Raumladungen sitzen dabei um so dichter an den Elektroden, je höher die Spannung ist. Von dem strömenden Öl werden dabei die negativen Ladungen leichter abgeführt als die positiven. Die zur Bildung der Raumladung benötigte Zeit deckt sich mit der Zeit, in der der Strom vom Einschaltwert zum Dauerwert abfällt, der Abbau nach Abschalten der Spannung dauert Stunden. Die Raumladung entsteht durch Ionenstauung an der Elektrodenoberfläche in einer Schicht, deren Dicke 0,01 mm nicht übersteigt. Auch bei diesen Vorgängen — Gleichspannung an den Elektroden — ist der Reinheitsgrad des Öles von Einfluß. Bei destilliertem Öl ist die positive Raumladung kleiner, die negative kaum mehr nachweisbar. Am Zustandekommen des Stromes ist die Ionenbildung im Öl selbst beteiligt, wobei die Ionenbildungsgeschwindigkeit mit zunehmender Reinheit des Öles geringer wird. Die beschriebenen Vorgänge werden in einem weiteren Abschnitt der Arbeit rechnerisch erfaßt und das Verhältnis der Ionenbeweglichkeiten angegeben ($K_- : K_+ = 2{,}6$). Es wird gezeigt, wie die Klärung der Vorgänge durch Messung mit Wechselspannungen besonders niedriger Frequenz weitergetrieben werden soll. Interessant wäre es, zu wissen, ob durch Schaffung einer größeren wirksamen Oberfläche durch Überziehen der Elektroden mit Platinschwamm z. B. die Ionenstauung vermindert und die Leitfähigkeit des Öles damit beeinflußt werden kann. D. Ber. [K. Christ, Z. Phys. 98 (1935) S. 23.] *Ptf.*

621. 3. 011[1] **Zur Schreibweise der elektromagnetischen Gleichungen.** — Gegen die Einführung der Influenzkonstante ε_0 und der Induktionskonstante μ_0 in die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes ist häufig der Einwand erhoben worden, daß durch diesen Schritt ein künstlicher und unbegründeter Wesensunterschied zwischen den elektrischen Feldvektoren $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{D}$ und ebenso zwischen den magnetischen Feldvektoren $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$ geschaffen werde. Auf diesen Einwand ist schon immer erwidert worden, daß aus der Notwendigkeit, die mit Dimensionen behafteten Konstanten ε_0 und μ_0 zuzufügen, keineswegs die Notwendigkeit folge, dem elektrischen wie dem magnetischen Felde je zwei wesensverschiedene Vektoren zuzuordnen. Ersetzt man z. B. $\mathfrak{E}$ durch $\mathfrak{D}'/\varepsilon_0$, $\mathfrak{H}$ durch $\mathfrak{B}'/\mu_0$, so hat man nur noch „Verschiebungen" und „Induktionen". Nachträglich kann man wieder $\mathfrak{E}$ für $\mathfrak{D}'$ und $\mathfrak{H}$ für $\mathfrak{B}'$ schreiben; man hat dann nach J. Fischer ein System, gegen das der eingangs erwähnte Einwand nicht mehr erhoben werden kann und das sich nur dadurch äußerlich von dem gewöhnlich benutzten unterscheidet, daß die Konstanten ε_0 und μ_0 an anderen Stellen stehen. [J. Fischer, Physik. Z. 36 (1935) S. 914.] *J. W.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

621. 3 : 631. 3 (064) **Grüne Woche Berlin 1936.** — Auf dieser jährlich wiederkehrenden Ausstellung des deutschen Bauerntums war die elektrotechnische Industrie mit ihren Erzeugnissen für Kraftantriebe landwirtschaftlicher Maschinen jeglicher Art, wie für Wärmenutzung im ländlichen Haushalt vertreten. In letzter Hinsicht hatte wieder das Märkische Elektrizitätswerk (MEW) eine umfangreiche Schau dargeboten, die zur Belehrung des Landmanns über die zweckmäßige und nutzbringende Mitwirkung der Elektrotechnik in seinem Betrieb bestens gedient haben dürfte. Eine Rübenblatt-Großwasserraum-Waschmaschine hatte Mehrmotorenantrieb mit unmittelbarem Antrieb der Arbeitswellen, wobei die Motoren von einer Zentralstelle aus geschaltet werden. Bei einem Motorbrüter war eine Staubbindungsanlage eingebaut, die kurz vor dem Schlupf einsetzt; sie bewirkt eine Steigerung der relativen Feuchtigkeit und nimmt den beim Schlupf der Küken entstehenden Kükenflaum und Staub auf. Die Anheizung bis 36 ° C übernimmt eine Petroleum-Heizanlage, über 36 ° hinaus tritt die elektrische Heizung in Tätigkeit. Somit macht man sich den Vorteil der guten Regelbarkeit der elektrischen Heizung zunutze. Eine Verbesserung hat eine Hauswasserpumpe, eine Wasserringpumpe, erfahren; ihr Wirkungsgrad konnte so gesteigert werden, daß sie hierin der Kreiselpumpe nicht nachsteht. Ihr Leistungsbedarf ist nicht höher als der einer entsprechenden Kreiselpumpe. Die Pumpe fördert 3000 l/h gegen einen Druck von 24 m bei einem Leistungsbedarf von nur 600 W. Molkereimaschinen und -geräte wurden vielfach gezeigt. Neu war ein gelüfteter geschlossener Motor eines Separator, bei dem die Kühlluft über die Wicklungen streicht, die wie alle anderen Teile des Motors mit einem säurebeständigen, Schimmelpilz abwehrenden Sonderlack behandelt sind. Eine Schaltanlage in Molkereisonderbauart mit in Schützengruppen zusammengefaßten Schutzschaltern für die Einzelantriebe, wie Steuertafeln in Molkereisonderbauart, waren gleichfalls gezeigt. Für Molkerei- und Buttereibetrieb ist das „Uster"-Gerät zur Entkeimung des Butterwaschwassers und damit zur Herstellung einer gut lagerfähigen Butter entwickelt worden. In dem Gerät wird das Wasser der Bestrahlung von ultraviolettem Licht ausgesetzt, wodurch es möglich ist, bei einer Durchlaufgeschwindigkeit von etwa 2000 l/h die Bakterienkulturen im Wasser fast vollständig abzutöten. Das Gompper-Verfahren zur Kleesaatenreinigung benutzt den Magnetismus, um dem Saatgut Staub, Schmutz und sonstige schädigende Unkrautbeimischungen ohne nachteilige Beeinflussung zu entziehen. Dem ungereinigten Saatgut wird feines Eisenpulver in wässeriger Lösung zugesetzt; dieses haftet an den Schädlingen, aber nicht am Kleesamen. Durch eine Magnettrommel werden die mit Eisen behafteten Unkräuter festgehalten und dann abgeschabt, während der Kleesamen unbehelligt abläuft. *Pge.*

Deutsche Beteiligung an den Internationalen Messen in Mailand und Posen 1936. — Der Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der deutschen Wirtschaft wird auf einer Reihe von ausländischen Messen, darunter in Mailand vom 12. bis 27. 4. 1936 und Posen vom 26. 4. bis 3. 5. 1936, wieder Auskunftsstellen der deutschen Wirtschaft einrichten. Jede deutsche Firma, die an der Ausfuhr nach diesen Ländern interessiert ist, kann sich, auch wenn sie auf der betr. Messe nicht selbst Aussteller ist, an der Auskunftsstelle mit ihrem Katalog- oder Prospektmaterial gegen mäßige Gebühr beteiligen. Auskunft erteilt der Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der Deutschen Wirtschaft, Berlin W 35, Tirpitzufer 56, Tel. B 1 8321.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Das Soldatische im Ingenieur.

Von S.A.-Oberführer **Prof. Dr. von Arnim**, Berlin.

Der Techniker kommt bei uns allzu häufig in die Gefahr, „Nurtechniker" zu werden. Darum nimmt er oft nicht die Stellung im Leben ein, die ihm eigentlich zukommt. Viele unserer Jungingenieure kommen aus einfachen Kreisen und bringen fälschlicherweise ein Minderwertigkeitsgefühl mit ins Leben, das sie im Fortkommen hemmt. Dazu kommt die dem Deutschen eigentümliche Gründlichkeit, die leicht dazu führt, daß er mit Scheuklappen durch das Leben geht, in dem Bestreben, die ihm gestellte Aufgabe ohne jede Ablenkung zu lösen und zu meistern. Auch in anderer Beziehung wirkt sich diese Gründlichkeit oftmals nachteilig aus. Wenn wir die Kunstgeschichte unseres Volkes durchgehen, so scheint mir, daß die großen Anregungen, die wir häufig von Frankreich und Italien übernommen haben, mißverständlich „vertieft" worden sind. Die gotische Bauweise wurde übergotisch, die der Renaissance, entstanden im Anblick großer griechischer und römischer Bauwerke, wurden in Deutschland zum Teil zum überladenen Kunsthandwerk, der große Schwung des Barock entartete zur ausschmückenden Kleinigkeitskrämerei. Überall hat man das Gefühl, daß die Bauformen, die sich ursprünglich aus den Erfordernissen der verwandten Werkstoffe herleiteten, so abgewandelt worden sind, daß sie kaum mehr zu erkennen waren. Auch für die Technik besteht die Gefahr, daß wir ähnliche Wege gehen. Unsere Gründlichkeit ist nicht nur die Quelle unserer Großtaten, sondern auch unserer Schwächen.

Der deutsche Gelehrte und besonders der Techniker verrennt sich in sein Fach, in seine Formeln, in seine Zeichnungen. Zu leicht kapselt er sich in sein Laboratorium oder in seine Studierstube ein und entfremdet sich der Wirklichkeit, während draußen das schaffende Leben wogt, während draußen tapfer Arbeiter der Faust und der Stirn nicht nur um das Dasein und die Gestaltung technischer Werke kämpfen, sondern ihrem Arbeitsdasein eine neue Form der Lebensgestaltung, eine neue Weltauffassung, eine Verinnerlichung der Religion zu erringen suchen. Und was tut der Mann in der Studierstube? In eingeengtem Streben nach dem Ziel, das er sich gesteckt hat und von dem er glaubt, daß sein ganzes Leben den Einsatz für dieses Ziel wert sei, vermeidet der Forscher jede Berührung mit der Umwelt in der Meinung, daß er dadurch in seinem Streben gehemmt werde.

In dieser Einstellung zeigt sich ebenso ein Mangel an Verantwortungsbewußtsein, wie darin, daß solche Männer meinen, nicht verantworten zu können, in der Ehe einen andern Menschen an sich zu binden. Wie oft scheitern gerade solche Menschen im Kampf ums Dasein, weil sie geglaubt haben, daß man mit der Forschung allein im Leben seinen Mann stehen könne. Und so kommt es auch, daß in der Industrie der Ingenieur dem Kaufmann gegenüber ins Hintertreffen gerät, der ihm durch seine meist rein praktische Ausbildung und die dauernde Berührung mit der Umwelt in dieser Hinsicht meist überlegen ist. Die Ursache der Enttäuschung und Verbitterung, die den Ingenieur dann oftmals ergreifen, sollte er nicht in seiner Umgebung, sondern bei sich selbst suchen. Trägt er nicht selbst schuld daran, wenn seine Mitmenschen die ungeheure Bedeutung der Fortschritte der Technik nicht erkennen? Ist er nicht selbst schuld daran, wenn der Glaube beim Nichttechniker sich einwurzelt, daß das Zeitalter der Technik nicht etwa schon im Verklingen sei, während es sich in Wirklichkeit erst im Anbruch befindet? Erst jetzt stehen wir vor der Durchführung der kühnsten Pläne. Erst jetzt kommen wir dazu, unterstützt durch die immer mehr vervollkommneten Mittel wissenschaftlicher Forschung, uns dem unendlich Kleinen und dem unendlich Großen in der Schöpfung zu nähern. Wie können wir das aber, wenn die Mittel, die der Techniker im Laboratorium und in der Studierstube schafft, nicht auch von ihm zielbewußt für große Aufgaben angewandt werden? Zielbewußt kann er sie aber nur anwenden, wenn er sich im Betriebe und in den Werkstätten durchsetzt nicht als reiner Gelehrter oder Ingenieur, sondern als kämpferischer Mensch und als Führer. Und hier versagen viele Techniker.

Nichts liegt näher als der Vergleich des Kampfes im Beruf mit dem in der Schlacht. In beiden Fällen reißt nur der wahre Führer seine Gefolgschaft mit. Häufig wird behauptet, der deutsche Soldat sei gegen Ende des Weltkrieges kriegsmüde und kampfunwillig geworden. Bis zu einem gewissen Grade mag dies, bedingt durch die ungeheuren Opfer und die Sorgen um die Heimat, zutreffen. Aber noch 1918 machte ich, der ich schon als Offizier dem Friedensheer angehört hatte, die Erfahrung, daß die Männer jedem Führer, Unteroffizier oder Offizier, folgten, von dem sie wußten, daß er richtig führte. Und worin bestand die richtige Führung? Weder in einem übertriebenen Draufgängertum noch in der unbedingten Schonung der Gefolgschaft, sondern darin, daß man seine Männer schonte, wenn es nötig war, von ihnen aber das Äußerste forderte, wenn es sich als unbedingt erforderlich erwies. Die Erfahrung zeigt, daß eine große Anzahl Menschen sogenannte „Unfäller" sind, d. h. durch irgendwelche Eigenarten ihres Wesens, durch zu langsames Reagieren in der bekannten Schrecksekunde oder irgendwelche anderen unglücklichen Anlagen dazu verdammt sind, Unfälle zu erleiden, wo andere, Geschicktere, der Gefahr gefühlsmäßig aus dem Wege gehen. Auch im Kriege mußten viele tapfere Männer ihr Leben lassen, weil sie kein Gefühl für eine drohende Gefahr hatten. Ich habe Führer gekannt, die glaubten, durch tollkühnes Vorgehen bei jeder Gelegenheit ihre Gefolgschaft vorwärtsreißen zu müssen. Sie opferten sich, ohne daß der Einsatz des Opfers wert gewesen war. Ein solcher Führer wird sich nie das unbedingte Vertrauen seiner Gefolgschaft erringen. Demgegenüber ist nichts im Leben beglückender als das Bewußtsein, einen Führer über sich zu kennen, zu dem man das unbedingte Vertrauen hat. In den meisten großen Schlachten der Weltgeschichte bis zum kleinen Patrouillengefecht hin hätte der zuletzt Unterlegene bei richtigem Einsatz und bei kühler Beurteilung der Lage siegen können.

Nicht im gleichen Maße und nicht unter denselben Umständen, aber doch stark dem soldatischen Verhältnis vergleichbar, spielt sich der Arbeitskampf ab. Auch hier handelt es sich um einen fortwährenden Kampf und Ringen. Auch hier geht es um den Sieg des Geschickteren und des Mannes der stärkeren Nerven. Dies gilt vor allen Dingen für den Ingenieur, von dem mehr als bei allen anderen Berufen Führereigenschaften verlangt werden. Er darf sich weder durch seine Mitarbeiter eingeengt und gefährdet fühlen, noch soll er sich dünkelhaft über sie und seine Untergebenen erheben. Besonnen und beharrlich in der Arbeit, hilfsbereit und kameradschaftlich gegenüber allen, mit denen er im Berufskampf zusammensteht, muß er, erhaben über alle Zuträgereien, seinen Kampf durch-

führen. Er muß Verantwortungsbewußtsein haben, den Kopf hinhalten können für Unterlassungen und Verfehlungen seiner Gefolgschaft. Er muß sich durchsetzen können gegenüber einem verständnislosen Vorgesetzten. In all diesem Kampf des täglichen Lebens ist er im Grunde genommen Soldat, und daraus ergeben sich für uns die Richtlinien unserer Schulung. Wir dürfen die jungen Techniker nicht lediglich mit Fragen ihres Fachgebiets unterhalten, sondern müssen alles daran setzen, auch ihren Charakter zu stählen und ihre Einsicht zu stärken. Dazu trägt die Beschäftigung mit der Wehrpolitik bei. Die Belehrung über Fragen der Landesverteidigung ist gerade für den Techniker besonders anregend, hat doch die Technik das heutige Kriegswesen so durchdrungen, daß sie zu einem guten Teil geradezu die Taktik bestimmt.

Deshalb ist die Beschäftigung mit den Wehrfragen und dem Lebenswerk unserer großen Soldaten in hervorragendem Maße dazu angetan, dem Jungingenieur zu helfen und Wege zu weisen, sich zum Führer in allen Lebenslagen auszubilden.

Die bisherigen Ergebnisse der Quarzuhren.

529. 7 : 537. 228. 1

In dem H. 4 der ETZ 57 (1936) S. 99 hat A. Griesbach in einem Vortragsbericht über Einheiten, Normale usw. auch die Grundzüge und Leistungen der von Scheibe und Adelsberger entwickelten Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) behandelt, die sowohl als Frequenznormal wie auch als bisher genaueste Präzisionsuhr dienen. Er bezieht sich dabei auf die Veröffentlichungen in den elektrotechnischen Fachzeitungen bis Mitte 1935. In der Zwischenzeit sind nun in den einschlägigen Fachkreisen genaue Meßergebnisse über längere Beobachtungsabschnitte bekanntgegeben worden, und zwar durch einen Vortrag von Scheibe auf der sechsten Mitgliederversammlung der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik und anderseits durch eine Veröffentlichung von F. Pavel und W. Uhink über die nach dem Muster der PTR-Uhren erbauten Quarzuhren des geodätischen Instituts in Potsdam[1]).

Die Standbestimmungen der PTR-Quarzuhren werden nach Angabe von Scheibe auf zweierlei Art durchgeführt: Einmal durch Vergleich mit dem von der Hamburger Seewarte gegebenen Nauener Koinzidenz-Zeitsignal, unter rechnerischer Anfügung der regelmäßig von den Zeitdienstinstituten mitgeteilten Verbesserungen auf Grund astronomischer Zeitbestimmungen; dieses Verfahren erlaubt Vergleiche auf 0,001 s genau bei einer mindestens 30tägigen Beobachtungsreihe. Zweitens, vor allem auch für kurzzeitige Vergleiche, werden die Gänge der verschiedenen Quarzuhren (im ganzen vier in der PTR) hochfrequenztechnisch miteinander verglichen, was in einer Meßzeit von nur 30 min einen Fehler von 0,00001 s gibt. Sämtliche Quarzuhren zeigen zunächst eine regelmäßige Abnahme des Ganges um etwa 0,00002 s je Tag, was im Jahre 1,3 s Standabweichung und 0,0073 s Gangänderung entspricht. Im Juni bis Juli 1934 dagegen zeigten sämtliche Uhren einen Ganganstieg von, als Mittelwert gerechnet, etwa 0,004 s, der also die individuellen Gangschwankungen der Uhren wesentlich überschreitet.

Da die einzelnen Uhren jeweils um ein Vielfaches der Größenordnung verschiedene Temperaturkoeffizienten haben, so können nicht jahreszeitliche Temperatureinflüsse bzw. mangelhafte Temperaturkonstanz der die Temperatur regelnden Thermostaten die Ursache dieses gleichmäßigen Ganganstieges sein, sondern die Zeitbestimmungen der Zeitdienstinstitute müssen den Fehler aufweisen. Damit ist zum ersten Male die seit langem vermutete Schwankung in der Rotationsgeschwindigkeit der Erde, um etwa $4 \cdot 10^{-8}$ ihres Betrages, nachgewiesen. Was trotz aller Bemühungen der Technik mechanischer Präzisionsuhren nicht gelungen war, ist der Hochfrequenztechnik infolge der wesentlichen Steigerung der Ganggenauigkeit möglich gewesen. Trotzdem wird die Anwendung der Quarzuhren wegen ihres umfangreicheren, verwickelteren Aufbaues eine beschränkte bleiben. Sie werden aber den Zeitdienst der amtlichen Institute erheblich verbessern.

Pavel und Uhink haben eine sehr eingehende mathematische Ausgleichung der Stände und Gänge von zwei Quarzuhren in Potsdam bekanntgegeben, wobei sie besonders betonen, daß es nicht genüge, nach der ersten Frequenzteilerstufe zu messen, sondern notwendig sei, etwaige Einflüsse der weiteren Frequenzteilerstufen (die Frequenz des Steuerquarzes beträgt bekanntlich 60 000 Hz und wird zum Antrieb von Synchronmotoren auf etwa 300 herabgesetzt) und der Motoren auf die Gangänderung zu berücksichtigen. Auch sie haben im Juni/Juli 1934 einen starken, auf eine Änderung der Erdrotationsgeschwindigkeit zurückzuführenden Gangsprung festgestellt.

Abb. 1. Abweichungen der aus den Zeitbestimmungen ermittelten Quarzuhrgänge gegenüber linearen Gängen im Mittel für beide Quarzuhren; punktierte Linie Korrektionen der Potsdamer Uhrgänge durch Bezug auf das Mittel von neun Observatorien, so daß die gestrichelte Linie an Stelle der Abzisse tritt.

Abb. 2. Gangabweichungen, im Mittel aus 30tägigen Differenzen im Vergleich mit den Ergebnissen aus Uhrständen berechnet. Die Kurve ist fast gleichlaufend mit der von Abb. 1.

Die Abb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse der Ausgleichsrechnung von F. Pavel und W. Uhink für die Stände und Gänge der Quarzuhren in Potsdam. Man sieht, daß sowohl die Kurve, die aus den Gängen errechnet ist (Abb. 1), wie auch die aus den Ständen (30tägige Differenzen) errechnete (Abb. 2) den typischen Sprung im Juni—Juli 1934 aufweisen. Im Februar—März 1935 befindet sich ein etwas kleinerer Sprung, dessen Größe vielleicht zur Beurteilung einer Änderung der Erdrotationsgeschwindigkeit noch nicht ausreicht. *Blz.*

[1]) F. Pavel und W. Uhink, Astr. Nachr. 257 (1935) S. 366; A. Scheibe, Deutsche Uhrm.-Z. 60 (1936) S. 117.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Der Ausschuß hat in ETZ 56 (1935) S. 549/550 einen Entwurf 1 zu VDE 0425/19.. „Vorschriften für Spannungssucher unter 1000 V" veröffentlicht.

Auf Grund der eingegangenen Einsprüche ist nunmehr die nachstehend veröffentlichte Fassung zu

VDE 0425/1936 „Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V"

aufgestellt, die durch den Vorsitzenden des VDE genehmigt und mit dem 1. April 1936 in Kraft gesetzt ist.

Gleichzeitig hat der Vorsitzende des VDE die bislang gültige Fassung von VDE 0425/1927 „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V" von dem ebengenannten Tage ab außer Kraft gesetzt.

Ausschuß für Leuchtröhren.

Der Ausschuß hat in ETZ 56 (1935) S. 1309 einen Entwurf 1 zu Änderungen an VDE 0128/1933 „Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte" veröffentlicht.

Auf Grund der eingegangenen Einsprüche wurde der nachstehend wiedergegebene Wortlaut zu

Änderungen an VDE 0128/1933 „Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte"

festgelegt. Dieser Wortlaut ist von dem Vorsitzenden des VDE genehmigt und mit dem 1. April 1936 in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

VDE 0425/1936.

Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1936 in Kraft[1]).

II. Verwendungsbereich.

a) Spannungssucher (sichtbare und hörbare Anzeige) dienen zur Feststellung des Vorhandenseins von Spannungen in elektrischen Stromkreisen.

b) Spannungssucher mit sichtbarer Anzeige (Glüh- oder Glimmlampen) sind nicht als Handleuchter im Sinne des Abschnittes „G. Handleuchter" von VDE 0610/1933 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." anzusehen.

c) Spannungssucher mit hörbarer Anzeige, die unter Verwendung von Prüfkopfhörern benutzt werden, fallen nicht unter diese Vorschriften.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 3.

Allgemeines.

a) Die Spannungssucher müssen den betriebsmäßigen und mechanischen Anforderungen standhalten und VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." entsprechen.

b) Alle Schrauben, die Stromübergänge vermitteln, müssen metallenes Muttergewinde haben.

c) Alle Baustoffe für Spannungssucher mit hörbarer Anzeige oder mit Glimmlampen dürfen, sofern sie als Schutz verwendet werden, bei 70 ° und, sofern sie als Träger Spannung führender Teile verwendet werden, bei 100 ° keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden.

Für Spannungssucher mit Glühlampen verwendete Baustoffe müssen § 70 b) und c) von VDE 0610/1933 entsprechen.

d) Schalter müssen VDE 0630 „Vorschriften für Geräteschalter" sinngemäß entsprechen. Schalter sind für Spannungen über 500 V unzulässig; Schnurschalter sind nur für Spannungen bis 250 V zulässig.

§ 4.

Nennspannungen und Zuleitungen.

a) Für Spannungssucher sind die in Tafel I aufgeführten Nennspannungen und Zuleitungen (nach VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.") zulässig.

Tafel I.

Nennspannung V . .	250	750	1000
Verwendungsbereich V	über 110 ··· 250	über 250 ··· 750	über 750 ··· 1000
Leitungstype	NMH	NSH	NT
Leitungsquerschnitt mm²	1	1,5	2,5

b) Der Prüfbereich muß unentfernbar auf den Spannungssuchern angebracht sein.

§ 5.

Gehäuse.

a) Das Gehäuse der Spannungssucher muß, soweit es aus Isolierstoff besteht, nachstehenden Anforderungen genügen:

1. Das Gehäuse muß mechanisch fest sein und aus feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicheren Isolierstoffen bestehen (siehe §§ 95, 101 und 103 von VDE 0610/1933).

---

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im März 1936. — Veröffentlicht: ETZ 56 (1935) S. 549; 57 (1936) S. 343.

2. Die Anschlußstellen der Leitungen müssen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein (siehe § 99 von VDE 0610/1933).
3. Die Einführungsstellen für die Leitungen müssen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen — auch bei rauher Behandlung — nicht zu befürchten ist.
4. Bei Spannungssuchern mit Glüh- oder Glimmlampen muß das Gehäuse Schutz gegen Splitterwirkung gewähren.

§ 6.

Spannung führende Teile.

a) Die Spannung führenden Teile müssen auf feuersicheren Körpern angebracht sein.

b) Abdeckungen aus Isolierstoff, die im Gebrauch mit einem Lichtbogen in Berührung kommen können, müssen feuersicher sein.

c) Alle Teile, auch die Schutzabdeckungen, müssen so befestigt sein, daß sie sich im Gebrauch nicht lockern und ihre Lage nicht verändern können.

§ 7.

Berührungsschutz.

a) Der Berührung zugängliche Metallgehäuse und -griffe müssen, wenn sie nicht gegen zu hohe Berührungsspannung geschützt sind, mit Isolierstoff umkleidet sein. Das Gehäuse muß auch mit dieser Isolierumkleidung § 5 a), Ziffer 1, entsprechen. Desgleichen muß die Isolierumkleidung des Griffes mechanisch fest, feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicher sein.

b) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile müssen gemäß § 3 a) von VDE 0100/1934 gegen zufällige Berührung geschützt sein, z. B. durch Kragen oder Manschetten an den Prüftastern.

c) Die ungeschützt überstehende Länge der metallenen Prüfstifte darf 20 mm nicht überschreiten.

§ 8.

Fassungen.

a) Bei Fassungen dürfen die kürzeste Kriech- und Luftstrecke zwischen Strom führenden Teilen verschiedener Polarität oder zwischen solchen und einer metallenen Umhüllung 3 mm nicht unterschreiten. Im übrigen müssen Fassungen VDE 0610 entsprechen.

§ 9.

Handgriffe.

a) Die Handgriffe der Prüftaster müssen aus Isolierstoff bestehen.

§ 10.

Ursprungszeichen.

a) Alle Spannungssucher müssen am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen.

B. Prüfung.

§ 11.

Gehäuse.

a) Für die Prüfung der mechanischen Festigkeit sind die Bestimmungen für die Prüfung der mechanischen Festigkeit von Handleuchtergriffen in § 98 von VDE 0610/1933 sinngemäß anzuwenden.

b) Das Gehäuse der Spannungssucher muß nach 24-stündigem Liegen in feuchter Luft den in Tafel II festgelegten Prüfspannungen zwischen den mit Stanniol umwickelten Handgriffen und Spannung führenden Metallteilen sowie zwischen Spannung führenden und nicht Spannung führenden Metallteilen standhalten.

Tafel II.

Nennspannung . . .	250 V	750 V	1000 V
Prüfspannung	1500 V	2500 V	3000 V

§ 12.

Handgriffe.

a) Die Handgriffe der Prüftaster sind den gleichen Prüfungen, wie sie unter § 11 vorgesehen sind, zu unterwerfen.

Ausschuß für Leuchtröhren.

Änderungen
an
VDE 0128/1933
„Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte".

III. Bestimmungen.

A. Leuchtröhrenanlagen.

§ 4.

Allgemeines.

Der vierte Absatz erhält folgende geänderte Fassung: „Durch Verzerrung der Leerlaufspannungskurve dürfen Spannungen, deren Scheitelwert 10 kV übersteigt, nicht auftreten."

§ 6.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Der letzte Satz des ersten Absatzes erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Offenverlegte Schutzleitungen sollen einen Mindestquerschnitt entsprechend der Leitfähigkeit von 4 mm² Kupfer haben."

§ 7.

Transformatoren.

Transformatoren für Leuchtröhrenanlagen unterliegen VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.", soweit nicht nachstehend andere Bestimmungen getroffen sind.

Nenn-Sekundärspannung ist die Sekundärspannung bei Leerlauf. Bei Transformatoren, die durch Anzapfungen, Streujoch oder dgl. regelbar sind (regelbare Transformatoren) gilt der Höchstwert der einstellbaren Leerlaufspannung als Nenn-Sekundärspannung.

Nenn-Sekundärstrom ist der Strom, den der Transformator auf der Sekundärseite dauernd abgeben kann, ohne die Grenzerwärmungen nach VDE 0532 zu überschreiten. Bei regelbaren Transformatoren ist die Erwärmungsprüfung mit der höchsten einstellbaren Sekundärspannung vorzunehmen.

Bei der Erwärmungsprüfung sind tunlichst die Transformatoren mit Leuchtröhren zu belasten. Als Ersatz können auch Ohmsche Widerstände verwendet werden.

Nenn-Primärstrom ist der Strom, den der Transformator auf der Primärseite dauernd aufnehmen kann, ohne daß die Grenzerwärmungen nach VDE 0532 in den Wicklungen überschritten werden.

Für die Sekundärwicklungen gelten folgende Bestimmungen:

a) Nenn-Sekundärspannungen bis 3 kV:
   Die Sekundärwicklung kann
   1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse,
   2. in einem Außenpol mit dem Gehäuse verbunden oder
   3. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden
   ausgeführt sein.
b) Nenn-Sekundärspannungen von mehr als 3 bis 6 kV:
   Die Sekundärwicklung kann
   1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse oder
   2. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden
   ausgeführt sein.

Transformatoren werden im allgemeinen der Wicklungs- und Windungsprüfung nach VDE 0532, jedoch mit nachstehenden Einschränkungen unterworfen:

a) Transformatoren, bei denen kein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden ist, ist die Wicklungsprüfung der Sekundärwicklung mit einer Prüfspannung von 2 U, jedoch nicht unter 2,5 kV vorzunehmen.
b) Für Transformatoren, bei denen ein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden und kurz geerdet — auch mit Schraubenzieher oder Schraubenschlüssel nicht lösbar — ist, kommt sekundär nur die Windungsprüfung zur Anwendung.

Die Sprungwellenprüfung fällt fort.

Die Durchführungsisolatoren sind mit dem 2-fachen Betrage der Nenn-Sekundärspannung 1 min lang zu prüfen; § 27 b) von VDE 0532/1934 kommt nicht zur Anwendung.

Die Transformatoren sind so zu bauen, daß bei Überlastung bis zum Kurzschluß zwischen den Sekundärklemmen oder zwischen diesen und Erde im Dauerbetrieb keine unzulässigen Erwärmungen auftreten. Dieses kann durch inneren Spannungsabfall erreicht werden — kurzschlußsichere Transformatoren (Streufeld-Transformatoren), die auf dem Leistungsschild durch Ⓥ als verkohlungssicher gekennzeichnet werden —. Bei kurzgeschlossenen Sekundärklemmen oder Erdschluß und Nenn-Primärspannung darf die Übertemperatur der Wicklungen im Dauerbetrieb folgende Erwärmungen nicht überschreiten:

Draht mit Lackisolation . . . . 120 °,
Draht mit Seideisolation . . . . 100 °,
Draht mit imprägnierter Baumwollisolation 90 °.

Anderenfalls sind die Transformatoren durch Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) zu schützen. Die Stromsicherungen, die auf der Primär- oder Sekundärseite angebracht sein können, sind so zu bemessen, daß bei Überlastungen bis zum Kurz- oder Erdschluß die Stromsicherungen abschalten, ehe die Grenzerwärmung 150 ° übersteigt. Die Stromsicherungen sind so zu bemessen, daß sie bei den auf der Primär- oder Sekundärseite auftretenden Einschalt-Stromstößen nicht ansprechen. Sind diese Stromsicherungen nicht an dem Transformator fest angebaut, so sind auf dem Leistungsschild Einbauseite — primär oder sekundär —, Art und Nennstrom dieser Stromsicherungen anzugeben.

Die Grenzerwärmung mußte zunächst noch auf 150 ° festgelegt werden, weil die handelsüblichen Stromsicherungen, die den Einschalt-Stromstößen gewachsen sind, erst bei Dauerströmen ansprechen, die den Transformator auf 150 ° Übertemperatur erwärmen.

Das Leistungsschild soll enthalten:

Ursprungszeichen,
Modellbezeichnung oder Listennummer,
Fertigungsnummer,
Nenn-Primärstrom,
Nenn-Sekundärstrom,
Nennfrequenz,
Nenn-Primärspannung,
Nenn-Sekundärspannung,
Angaben über die Kurzschlußsicherheit.

a) Bei kurzschlußsicheren Transformatoren: Ⓥ;
b) bei den übrigen Transformatoren, soweit die Schutzeinrichtungen nicht fest an dem Transformator angebaut sind:
   Einbauseite, Art und Nennstrom der sonstigen Schutzeinrichtungen.

Transformatoren, die nicht als Einbautransformatoren (siehe § 5) ausgeführt sind, sind so aufzustellen, daß für die mit der Überwachung und Einregelung Beauftragten ein gesicherter Standort vorhanden ist. Ferner sind die Sekundärleitungen zu den Leuchtröhren möglichst kurz zu halten.

§ 10.

Leitungen.

An den Schluß dieses Paragraphen ist ein neuer Absatz folgenden Wortlautes angefügt:

„Für den Anschluß der Leitungen müssen die Elektroden entweder mit einem festen Sockel oder einem, z. B. eingekitteten, Schraubenbolzen von mindestens 4 mm Durchmesser versehen sein."

B. Leuchtröhrengeräte.

§ 14.

Allgemeines.

Der 3. Absatz erhält folgende geänderte Fassung:

„In ortsveränderlichen Leuchtröhrengeräten dürfen nur Transformatoren Verwendung finden, bei denen das Produkt aus Nenn-Sekundärspannung und sekundärem Kurzschlußstrom für Spannungen bis 3 kV 150 VA und für Spannungen über 3 bis 6 kV 75 VA nicht übersteigt."

§ 15.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Der 5. Absatz wird durch nachstehende Fassung ersetzt:

„Kein Punkt der Primär- oder Sekundärwicklung darf, entgegen § 7, mit dem Transformatorkern oder dem Schutzgehäuse in leitender Verbindung stehen. Der Transformatorkern ist gegen das Schutzgehäuse gleichfalls zu isolieren. Die Prüfspannung für

Primärwicklung gegen Transformatorkern,
Primärwicklung gegen Sekundärwicklung,
Sekundärwicklung gegen Transformatorkern und
Transformator gegen Schutzgehäuse

ist gleich der doppelten Nenn-Sekundärspannung, jedoch nicht unter 2,5 kV."

Verzeichnis der VDE-Arbeiten.

Das neue Verzeichnis der VDE-Arbeiten (VDE 0001/1936) ist erschienen und kann von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, kostenlos bezogen werden. Den Abonnementsbeziehern von VDE-Sonderdrucken geht es mit der nächsten Lieferung zu.

Wir bitten, bei Bestellung von VDE-Sonderdrucken künftig nur noch VDE 0001/1936 zugrunde zu legen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 11. April 1936, findet etwa eine Stunde vor Beginn der Abendvorstellung eine Besichtigung des Deutschen Opernhauses Charlottenburg statt.

Treffpunkt: Bühneneingang des Deutschen Opernhauses Richard-Wagner-Straße 2—8. Die genaue Zeit der Besichtigung wird noch bekanntgegeben.

Von den Teilnehmern, deren Zahl auf 60 beschränkt ist, erhebt die Verwaltung des Deutschen Opernhauses eine Spende in Höhe von 2 RM, die restlos an das Winterhilfswerk abgeführt wird. Aus diesem Grunde werden für die Besichtigung besondere Karten ausgegeben, die gegen Entrichtung des obigen Betrages in der Geschäftstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg (Charlottenburg, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus) erhältlich sind. Auch die Damen unserer Mitglieder sind zur Teilnahme willkommen.

Die Besichtigung ist von besonderem Interesse, da demnächst in der ETZ über die elektrischen Einrichtungen der heutigen Bühnentechnik ausführlich berichtet wird.

Jahresversammlung

am Dienstag, dem 28. Januar 1936, 20 h im großen Hörsaal des neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Jahresbericht.
3. Vorlage des Kassenberichts.
4. Wahl der Rechnungsprüfer.
5. Vortrag des Herrn Professor Dr. R. W. Pohl, Universität Göttingen, über das Thema: „Einige Grundlagen der Elektrizitätsleitung und der Stromquellen, erläutert durch einfache Schauversuche".

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Zu Punkt 1:

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung und heißt alle Erschienenen, insbesondere die zahlreichen Gäste, herzlich willkommen. Er gibt sodann eine Übersicht über die nächsten Vortragsveranstaltungen und teilt mit, daß der VDE Gau Berlin-Brandenburg nunmehr zur Ergänzung seiner Vereinsnachrichten in der ETZ mit der Herausgabe eines einfachen Mitteilungsblattes begonnen habe. Dieses Blatt, dessen erste Nummer bereits im Druck vorliegt, wird nach Bedarf erscheinen und hat den Zweck, das Vereinsleben durch ausführliche Berichte über die abgehaltenen Veranstaltungen noch weiter zu beleben. Es wird zunächst an Stelle der bisherigen Einladungschreiben den Mitgliedern durch die Post zugesandt werden. Über eine in Aussicht genommene Beilegung zu der RTA schweben noch Verhandlungen. Wichtige Ankündigungen und Berichte werden nach wie vor in der ETZ erscheinen.

Weiterhin gibt der Vorsitzende bekannt, daß inzwischen 153 Neuanmeldungen eingegangen sind, über die eine Liste ausliegt. Es wird festgestellt, daß gegen die Niederschriften über die letzten ordentlichen Versammlungen am 26. November und 17. Dezember 1935 kein Widerspruch erhoben wurde. Die Niederschriften sind somit genehmigt.

Zu Punkt 2:

Der **Vorsitzende**: „Als wichtigstes Ereignis dieses Jahres ist die schon vor langer Zeit beantragte und nun am 14. 12. 1935 erfolgte Eintragung des neuen Namens des Vereins in das Vereinsregister zu nennen. Damit ist auch formell die Umbildung des früheren Elektrotechnischen Vereins in einen Gau des VDE vollzogen. Unser Gau führt nun die Bezeichnung:

Verband Deutscher Elektrotechniker
Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Mit der Namensänderung ist auch gleichzeitig eine Satzungsänderung verbunden.

Die in der ordentlichen Versammlung vom 26. Februar 1935 bereits angekündigte „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der Deutschen Elektrotechnik" hat der Herr Reichs- und Preußische Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung genehmigt. Gleichzeitig ist das Kuratorium der Stiftung bestätigt worden. Vom 1. Juli 1935 ab sind die in die Stiftung eingebrachten Wertpapiere gemäß § 82 BGB auf die Stiftung übertragen worden. Dadurch hat die Stiftung vom gleichen Zeitpunkt ab ihre Rechtsfähigkeit erlangt. Das Kuratorium hat bereits Mittel für eine Forschungsarbeit bewilligt.

Mit der Umwandlung des Elektrotechnischen Vereins in den Gau Berlin-Brandenburg des VDE haben wir, wie Sie wissen, einen Teil unserer bisherigen allgemeinen Aufgaben an die auf unsere Anregung gegründete Wissenschaftliche Abteilung des VDE weitergegeben, in der eine Reihe unserer Mitglieder tatkräftig mitarbeitet. Als vornehmste Aufgabe verbleibt uns die Pflege unseres Vereinswesens im Gaubezirk und die Pflege enger Beziehungen mit den anderen RTA-Vereinen, mit dem NSBDT und auch mit dem Auslande. Unser Vortragswesen, das von altersher in hohem Ansehen stand, haben wir noch reichhaltiger gestaltet. Wie bereits berichtet, sollen die monatlichen Gauversammlungen stärker als bisher der Allgemeinheit unserer Mitglieder Belehrung und Anregung durch gemeinwissenschaftliche und gemeinverständliche Überblicke bieten. Zur Pflege der Fachwissenschaft im engeren Kreise haben wir die Zahl der Fachgruppen von 4 auf 18 erhöht. Eine Liste der Fachgruppen und ihrer Leiter liegt hier aus. Es ist so dafür gesorgt, daß in Zukunft in zwangloser Folge mindestens einmal wöchentlich ein Fachvortrag aus irgendeinem Gebiet gehalten wird.

Den Ausschuß für die Vorbereitung des Vortragswesens habe ich, wenn er auch satzungsmäßig nicht vorgesehen ist, unter der bewährten Leitung von Herrn Professor Wallot weiterbestehen lassen und durch die Leiter der neuen Fachgruppen ergänzt. Ich danke Herrn Professor Wallot ganz besonders für die außerordentliche opferfreudige Tätigkeit, die er seit Jahren in diesem Ausschuß ausübt.

Im Berichtsjahr haben neun ordentliche, vier außerordentliche und sieben Fachsitzungen stattgefunden.

Die Jungingenieurpflege, mit der der EV auf Anregung seines verstorbenen Ehrenmitglieds Herrn Geheimrat Strecker schon vor Jahren begonnen hat, ist einem heißen Wunsch der jungen Elektroingenieure entsprechend ebenfalls stärker ausgebaut worden. Auch hier ist eine weitgehende fachliche Gliederung durch Gründung von zehn Arbeitsgemeinschaften unter tatkräftiger Leitung arbeitsfreudiger junger Mitarbeiter durchgeführt worden. Die Jungingenieure führt Herr Dipl.-Ing. Stein mit Unterstützung des Herrn Dipl.-Ing. Krauß. Die etwa zweimal monatlich stattfindenden Gemeinschaftsabende sind sehr gut besucht.

Mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule haben wir im vergangenen Jahr zwei gut besuchte Vortragsreihen veranstaltet, und zwar über „Elektrische Bahnen" sowie über „Die Operatorenrechnung und ihre Anwendung zur Lösung technischer Aufgaben". Für die reiche Mühe, die der Gemeinsame Fachausschuß (Vorsitzender Herr Dr. Trettin) sich bei den mit großer Gründlichkeit vorbereiteten Vortragsreihen gegeben hat, spreche ich ihm namens unseres Vereins besonderen Dank aus.

An den Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF, Vorsitzender Herr Prof. Wallot) haben wir uns als geschäftsführender Verein rege beteiligt. Im Berichtsjahr hat der Ausschuß eine Reihe von Veröffentlichungen herausgebracht und andere Entwürfe so weit gefördert, daß sie demnächst in der ETZ zur öffentlichen Erörterung gestellt werden können.

Auch an den Arbeiten des Ausschusses für Blitzableiterbau war der Verein weiter beteiligt. Die Umstellung auf heimische Rohstoffe erforderte die Herausgabe neuer Normen und eines Merkblatts „Werkstoffe für den Blitzableiterbau". Die Vorarbeiten für die neue Herausgabe des bekannten Büchleins „Blitzschutz" sind im Gange. Der Ausbildung von Blitzableitersetzern und -prüfern wird seitens des ABB größte Beachtung geschenkt.

Die Besichtigungen technischer und anderer Betriebe haben starken Zuspruch gefunden. Herrn Geheimrat Kahle, der sich um das Zustandekommen der Besichtigungen sehr verdient gemacht hat, spreche ich hierfür den besten Dank aus.

Der Gesellschaftsabend des Elektrotechnischen Vereins am 16. 1. 1935 vereinigte zahlreiche Mitglieder und Gäste im Marmorsaal des Zoo zu einem harmonisch verlaufenen Zusammensein. Der Elektrotechnische Verein hat ferner als solcher wie in früheren Jahren an dem Fest der Technik am 2. 11. teilgenommen. Aus dem Überschuß des Festes ist der namhafte Betrag von 1305 RM in unseren Unterstützungsfonds geflossen.

Der am 1. 6. 1935 veranstaltete Sommerausflug mit Damen begann mit einer Besichtigung der Sportanlagen für die olympischen Spiele; daran schloß sich eine Fahrt nach Pichelswerder und „Schloß Marquardt", wo sich die zahlreichen Teilnehmer zu einem Essen mit anschließendem Tanz zusammenfanden.

Unser Generalsekretär, Herr Ministerialrat Dr. Arthur Schmidt, der elf Jahre die Geschäfte des Vereins treu geführt hat, ist seines hohen Alters wegen im Berichtsjahr ausgeschieden. Der Verein wird seine wertvolle Mitarbeit nicht vergessen. Als sein Nachfolger ist Herr Dr.-Ing. Burghoff als Geschäftsführer des Gaues gewonnen worden.

Die Mitgliederzahl des Gaues ist im Jahre 1935 erfreulicherweise von 2273 auf 2493 gestiegen. Darunter sind 79 österreichische und 470 ausländische Mitglieder. Die Zunahme ist hauptsächlich auf den Eintritt von NSBDT-Mitgliedern zurückzuführen.

Der Tod hat im Berichtsjahr uns wieder eine Anzahl von Mitgliedern entrissen, und zwar:

Elektroing. Werner Angst, Sissach-Schweiz,
Camille Bauer, Basel-Schweiz,
Ing. Heinz Birner, Luckenwalde,
Direktor Béla von Böckh, Budapest,
Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. August Ebeling, Bln.-Charlottenburg,

Dr.-Ing. W. Gosebruch, Bln.-Siemensstadt,
Direktor Franz Gutzmann, Bln.-Charlottenburg,
Dr.-Ing. Max Haller, Bln.-Grunewald,
Direktor Paul Jacobsohn, Bln.-Grunewald,
Dipl.-Ing. Fritz Klenkler, Ekona near Victoria/Nigeria (Westafrika),
Oberbaurat a. D. Professor Emil Mattern, Bln.-Westend,
Elektroingenieur Siegfried Meyer, Luzern-Schweiz,
Dr.-Ing. Friedrich Natalis, Bln.-Charlottenburg,
Obering. Paul Neumann, Bln.-Wilmersdorf,
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Ernst Orlich, Berlin-Zehlendorf,
Fabrikdirektor Curt Otto, Bln.-Frohnau,
Fabrikant Herbert E. R. Pötschke, Bln.-Tempelhof,
Professor Dr. Michael Pupin, New York,
Direktor Dr.-Ing. E. h. Rehmer, Berlin,
Dr. phil. Carl Sulzberger, Zollikon-Schweiz,
Generaldirektor Philipp Schrimpff, Berlin,
Professor E. R. Ulmann, Lodz-Polen,
Direktor Emil Zikeli, Meran-Italien.

Diese lange Liste enthält viele Namen sehr verdienter Mitglieder, die dem Verein zum Teil jahrzehntelang angehört haben. Tief geschmerzt hat uns vor allem der Verlust des Herrn Dr. Ebeling, der lange Jahre Schatzmeister des Vereins war, des Herrn Dr. Rehmer, des Vorsitzenden unseres Fachausschusses für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken und des Herrn Geheimrat Orlich, der sich besonders um unsere Vortragsreihen in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule verdient gemacht hat. Allen diesen Mitgliedern sind warme Nachrufe in der ETZ gewidmet worden. — Sie haben sich zur Ehrung der Toten von den Sitzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Wird das Wort zu diesem Bericht gewünscht? — Das geschieht nicht. Ich kann also Ihr Einverständnis annehmen.

Meine Damen und Herren! Nach der Amtszeit des um den Verein hochverdienten Herrn Geheimrat Dr. Bücher bin ich s. Zt. gebeten worden, das Amt des Vorsitzenden zu übernehmen und die Umbildung des Vereins in den VDE-Gau durchzuführen, weil ich auf Grund meiner langjährigen Mitarbeit im Vorstand des EV mit seiner Entwicklung in den letzten Jahren besonders vertraut war. Diese Überleitung kann nunmehr als abgeschlossen gelten. Darum und weil ich beruflich gerade in der nächsten Zeit sehr stark in Anspruch genommen bin, möchte ich nunmehr meine Aufgabe als erledigt betrachten und die Geschicke unseres Vereins in die Hände meines bisherigen Vertreters, des Herrn Professor Kloß, legen, der ebenfalls sehr mit dem Verein verwachsen ist und auch im VDE großes Ansehen genießt. Er ist auch als Vertreter Deutschlands in der IEC vorzüglich geeignet, unsere bisherigen regen Auslandsbeziehungen weiter zu pflegen. Der Führer des Verbandes, Herr Staatssekretär Ohnesorge, ist mit seiner Wahl einverstanden. Ich darf wohl hoffen, daß Herr Professor Kloß auch Ihnen als neuer Vorsitzender willkommen ist. (Lebhafter Beifall.) Ich danke Ihnen für den Beifall. — Es erhebt sich kein Widerspruch. Ich möchte Herrn Professor Kloß fragen, ob er bereit ist, das Amt anzunehmen. — Ich darf also Herrn Professor Kloß als meinen Nachfolger begrüßen."

Herr Professor Dr. **Kloß**: „Meine Herren! Wenn ich neben der Würde des Amtes auch die unvermeidliche Bürde der Leitung des früheren Elektrotechnischen Vereins und jetzigen Gaues Berlin-Brandenburg des VDE übernehme, so geschieht das aus dem Gefühl der Verpflichtung heraus, daß jeder seine ganze Kraft im Dienst der Allgemeinheit einsetzen soll und muß. Dieser Entschluß wird mir leicht durch die Zuversicht, daß das Vertrauen des Vereins meine Arbeit tragen wird. Ich danke Ihnen für das Vertrauen, das Sie mir entgegenbringen. Es wird mein Bestreben sein, es zu rechtfertigen.

Die äußeren Umstände, unter denen ich das Amt übernehmen werde, sind, wie Sie aus dem Jahresbericht ersehen haben, andere als die, unter denen mein Herr Vorgänger das Amt übernommen hat; denn inzwischen ist der früher selbständige Elektrotechnische Verein, dessen Name in der ganzen Welt einen guten Klang hat, in den VDE als Gau Berlin-Brandenburg eingegliedert worden. Damit ergibt sich für mich die Aufgabe, für ein erfolgreiches, reibungsloses und stetiges Zusammenarbeiten mit dem Gesamtverband zu sorgen. Auf der einen Seite gilt es ja, treu dem Gedanken, der unsere heutige Zeit beherrscht, die Zusammenfassung aller Kräfte im Dienste des Gesamtwohls unseres deutschen Volkes herbeizuführen. Auf der anderen Seite wird niemand dadurch, daß wir nun Glied eines größeren Ganzen sind, etwa von uns erwarten, daß wir damit unsere Eigenart, die unsere Tradition ist, vollständig aufgeben. Im Gegenteil! Wir betrachten es als unsere Ehrenaufgabe, auch in der neuen Zusammenfassung mit dem VDE weiter in dem Sinne zu arbeiten, der den Elektrotechnischen Verein groß gemacht hat; denn seine Geschichte, vor allem sein Vortragswesen, ist ein Stück Geschichte der deutschen Elektrotechnik überhaupt. Und so wollen wir weiterarbeiten vor allem in dem Sinne der Pflege unseres Vortragswesens, wie es besonders mein Herr Amtsvorgänger, Professor Matthias, in der letzten Zeit mit Tatkraft und gutem Erfolge weiter ausgebaut hat. Das zeigt uns gerade der heutige Abend, für den es seinen Bemühungen gelungen ist, Herrn Professor Pohl aus Göttingen für einen interessanten Vortrag zu gewinnen.

Es ist daher meine erste und angenehmste Pflicht, Herrn Prof. Matthias für seine bisherige Geschäftsführung, insbesondere den Ausbau des Vortragswesens auch durch die Einrichtung von Jungingenieurgruppen zu danken und ihn auch zu bitten, wenigstens mit seinem Rat mir künftig zur Seite zu stehen.

Ich danke Ihnen nochmals für das Vertrauen und bitte Herrn Prof. Matthias, die heutige Sitzung, die er vorbereitet hat, noch zu Ende zu leiten." (Beifall.)

Vorsitzender: „Meine Damen und Herren! Ich danke Herrn Professor Kloß für seine freundlichen und anerkennenden Worte und wünsche ihm recht viel Glück und Erfolg für seine weitere Tätigkeit zu unser aller Besten.

Wir kommen nun zum nächsten Punkt der Tagesordnung: Ich erteile dem Herrn Schatzmeister das Wort."

Zu Punkt 3:

Herr Dr. **Thürmel**: „Meine Damen und Herren! Die Bilanz ist durch den Betrag von 250 000 RM beeinflußt, den wir für die Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der Deutschen Elektrotechnik abgeführt haben. Dieses Geld wirkt in neuer Form aber im alten Sinne für den bisherigen Zweck weiter. Ich werde nun die wichtigsten Zahlen erörtern und die unwichtigen nur kurz erwähnen.

Das Vermögen des Vereins betrug am 1. 1. 1935 rd. 322 000 RM. Davon sind 202 000 RM buchmäßig für die Stiftung abgegeben worden; übrig geblieben sind also 120 000 RM. Zu diesem Betrag sind in diesem Jahr rd. 12 000 RM Überschuß hinzugekommen, so daß wir jetzt ein Vermögen von rd. 132 000 RM haben. Die beiden letzteren Zahlen interessieren Sie wohl am meisten.

Wir haben Rückstellungen von 56 000 RM (im Vorjahre 44 000 RM). Sie haben sich um 10 000 RM wegen einer Verpflichtung erhöht, die wir gegenüber der ETZ-Verlag G. m. b. H. eingegangen sind. Ferner habe ich im vergangenen Jahr als Schatzmeister Verpflichtungen für dieses Jahr übernommen. Diese Beträge habe ich zurückgestellt, so daß sie den diesjährigen Etat nicht belasten.

Der Pensionsfonds betrug ursprünglich 25 000 RM. Er ist durch Zinsen (durchschnittlich 4½ %) auf rd. 27 000 RM angewachsen. Der Unterstützungsfonds aus dem Fest der Technik beläuft sich auf 7200 RM. Die Kontokorrentschulden betragen rd. 800 RM. Die Interimsposten belaufen sich auf 72 000 RM. Darunter sind 40 000 RM Mitgliederbeiträge für 1936, die schon 1935 eingegangen sind; ferner ein Betrag von etwa 7000 RM, den wir an den VDE zu zahlen haben; sodann ein Betrag von 24 000 RM als Bezugspreis für die ETZ 1935 und schließlich ein kleiner Betrag für Revisionsarbeit. Die Schuldteile betragen zusammen rd. 296 000 RM.

Es folgen nun die Besitzteile:

Kassenbestand	400 RM
Scheckbestand	450 „
Guthaben beim Postscheckamt .	6 600 „
Bankguthaben	18 000 RM

Die verfügbaren Gelder betragen also zusammen etwa 25 000 RM.

Wertpapiere	252 000 RM.

Hierzu möchte ich folgendes bemerken: Ich habe gesagt, daß wir an die Stiftung 250 000 RM abgegeben haben. Buchmäßig waren es 202 000 RM. Dieser Unterschied ist darin begründet, daß wir die Papiere immer zu dem niedrigsten Wert in den Büchern stehen haben, den sie an den jeweiligen Bilanzstichtagen gehabt haben.

Beteiligung an der ETZ-Verlag G. m. b. H.	1 250 RM
Kontokorrentforderung	10 000 „

Es handelt sich um eine Forderung an die ETZ-Verlag G. m. b. H.

Interimsposten	7 600 RM.

Hier handelt es sich um eine Vorauszahlung an den VDE. Die Besitzteile ergeben ebenfalls insgesamt den Betrag von rd. 296 000 RM.

Ich habe nun noch über Einnahmen und Ausgaben zu berichten. Zunächst die Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	82 000 RM
Zinsen	24 000 „

Diese Einnahmen sind bereits dadurch beeinflußt, daß vom Juli ab Zinsen an die Stiftung gegangen sind.

Gastkarten	1 700 RM

Die Ausgaben betragen:

Beiträge an VDE und RTA . .	35 000 RM
ETZ	34 000 „
Vereinswesen	17 000 „
Unkosten	26 000 „
Winterhilfe	500 „

Das ergibt den vorhin erwähnten Überschuß von rd. 12 000 RM.

Ich lege wie üblich ein Exemplar des Kassenberichts zur Einsicht auf den Tisch. Wenn jemand noch nähere Erläuterungen wünscht, so bin ich dazu gern bereit. Wünscht jemand das Wort? — Das ist nicht der Fall.

Der Vorsitzende stellt fest, daß Fragen nicht gestellt werden. Er dankt dem Vortragenden für seinen außerordentlich klaren und mit großem Beifall aufgenommenen Vortrag, dessen anschauliche Experimentiertechnik Vielen ein besonderes Erlebnis war, zumal er in einem Hörsaal stattfand, bei dessen Ausbau man bewußt auf die Anwendung der Pohlschen Vorführungstechnik besondere Rücksicht genommen hatte.

Neuanmeldungen zum VDE Gau Berlin-Brandenburg, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II.

Althaus, Rudolf, Dipl.-Ing., Berlin
Arndt, Martin, Elektroingenieur, Berlin
August, Georg, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee
Blum, Erich, Ingenieur, Bln.-Britz
Bauer, Anton, Dipl.-Ing., Bln.-Reinickendorf-West
Barutta, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Beck, Ernst, Oberingenieur, Bln.-Mariendorf
Becker, Ernst, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Becker, Hans, Dipl.-Ing., Eberswalde
Bless, M., Ingenieur, Bln.-Haselhorst
Bonifas, Léon, Direktor, Brüssel
Brauer, Karl, Elektroingenieur, Finow
Brieger, Richard, Bln.-Lichtenberg
Briem, Walter, Ingenieur, Berlin
Brosch, Adolf, Dipl.-Ing., Bln.-Treptow
Brückmann, Ludwig, Oberpostrat, Berlin
Bruhns, Günther, Elektroingenieur, Bln.-Charlottenburg
Byzio, Gustav, Elektroingenieur, Bln.-Siemensstadt
Clemens, Oskar, Dr.-Ing., Bln.-Südende
Conrad, Walter, Ingenieur, Bln.-Friedenau
Dittmer, Alfred, Ingenieur, Hohenneuendorf b. Bln.
Doering, Herbert, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Eder, Wilhelm, Berlin
Ehrentreich, Helmut, Bln.-Tempelhof
Ellrich, Willy, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz
Elsner, Friedrich, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf
Engel, Albrecht, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Engelhardt, Heinz, Berlin
Falter, Jakob, Elektroingenieur, Bln.-Charlottenburg
Föhl, Carl, Dr.-Ing., Bln.-Halensee
Freude, Gerhard, Ingenieur, Bln.-Mahlsdorf
Fuchs, Gerhard, Elektroingenieur, Bln.-Charlottenburg
Fuhrmann, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg

Wortlaut des ausgelegten Kassenberichts:

Bilanz zum 31. Dezember 1935.

Besitzteile

	RM
1. Kassenbestand	421,17
2. Scheckbestand	456,55
3. Guthaben beim Postscheckamt	6 594.02
4. Bankguthaben	18 005,97
5. Wertpapiere	252 227,02
6. Beteiligung an ETZ-Verlag G. m. b. H.	1 250,—
7. Kontokorrentforderungen	10 310,14
8. Mobilien	1,—
9. Interimsposten	7 607,40
	296 873,27

Schuldteile

	RM	RM
1. Vermögen am 1. 1. 1935	322 404,12	
·/. Abgang: Abgabe an Stiftung	202 026,93	
	120 377,19	
+ Überschuß	12 573,27	132 950,46
2. Rückstellungen		56 000,—
3. Pensionsfonds		27 692,50
4. Unterstützungsfonds		7 222,30
5. Kontokorrentschulden		827,89
6. Interimsposten		72 180,12
		296 873,27

Ausgaben und Einnahmen 1935.

Ausgaben

	RM
1. Beiträge an den VDE einschl. RTA	35 551,28
2. Ausgaben für ETZ	34 539,—
3. Ausgaben für Vereinswesen	16 709,63
4. Unkosten: Miete, Gehälter, Drucksachen und sonstige allgemeine Unkosten	26 133,52
5. Winterhilfe	500,—
6. Überschuß	12 573,27
	126 006,70

Einnahmen

	RM
1. Mitgliederbeiträge	82 395,60
2. Zinseneinnahmen	24 129,74
3. Einnahmen aus der ETZ	17 726,36
4. Gastkarten	1 755,—
	126 006,70

Der Vorsitzende spricht dem Schatzmeister den Dank des Gaues für seine viele Mühe bei der Führung der Kassengeschäfte aus.

Zu Punkt 4:

Der Vorsitzende schlägt als Rechnungsprüfer die Herren Direktor Dr. Adolph von den Berliner Städtischen Elektrizitätswerken und Oberingenieur Calliess von den Märkischen Elektrizitätswerken vor. Die Versammlung ist mit der Wahl dieser Herren, die sich bereits vorher zur Übernahme des Amtes bereit erklärt hatten, einverstanden.

Zu Punkt 5:

Der Vorsitzende erteilt Herrn Professor Dr. Pohl, Göttingen, das Wort zu seinem Vortrag: „Einige Grundlagen der Elektrizitätsleitung und der Stromquellen, erläutert durch einfache Schauversuche."

(Vortrag folgt.)*)

*) Der Vortrag ist auf Seite 321 dieses Heftes abgedruckt.

Gebhardt, Kurt, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Geske, Fritz, Techniker, Berlin
Geyler, Joachim, Ingenieur, Bln.-Reinickendorf-Ost
Goetter, Edmund, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Greve, Rudolf, Dipl.-Ing., Bln.-Schöneberg
Gugenheim, Robert, Fourchambault (Nièvre)
Haack, Fritz, Regierungsbaumeister a. D., Stadtrat, Schwerin i. M.
Haas, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee
Haehnel, Otto, Professor, Dr. phil., Bln.-Lichterfelde
Hameister, Georg, Dr.-Ing., Bln.-Heinersdorf
Harnisch, Kurt, Ingenieur, Bln.-Wittenau
Hauffe, Fritz, Dr.-Ing., Bln.-Friedenau
Heer, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Heese, Kurt, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Heindl, Franz, Ingenieur, Nauen
Heinz, Willi, Elektroingenieur, Bln.-Mariendorf
Hellerer, Heinz-Oskar, Dipl.-Ing., Bln.-Zehlendorf
Jäger, Gustav, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Jessenberger, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Schöneberg
Jutemann, Friedrich, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Kalden, Herbert, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Karl, Lorenz, Dipl.-Ing., Bln.-Lankwitz
Kaufmann, Karl, Elektroingenieur, Bln.-Siemensstadt
Kayser, Erwin, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Kerschbaum, Hans, Dr. phil., Bln.-Siemensstadt
Kiese, Ernst, Dipl.-Ing., Bln.-Marienfelde
Klamt, Johannes, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Klein, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof

Klingenberg, Ernst, Ingenieur, Rehbrücke b. Potsdam
Knopp, Rudolf, Ingenieur, Bln.-Lichterfelde
Kohrs, Erich, Ingenieur, Rehbrücke b. Potsdam
Krause, Ernst, Bln.-Lichterfelde
Krüger, Ernst-Willi, Ingenieur, Berlin
Krüger, Gerhard, Frankfurt/O.
Krüger, Horst, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Krüger, Otto, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Külmlenz, Helmut, Ingenieur, Bln.-Teltow
Laurent, Lothar, Ingenieur, Grünau
Lehmann, Werner, Ingenieur, Bln.-Mariendorf
Leist, Josef, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Liepold, Gerhard, Ingenieur, Berlin
Lindenberg, Alfred, Elektroingenieur, Eberswalde
Lotz, Heinz, Dr., Berlin
Lührig, Heinrich, Oberingenieur, Spandau
Lutz, Arnold, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Mäder, Ludwig, Telegrapheninspektor, Bln.-Steglitz
Märker, Friedrich, Dipl.-Ing., Bln.-Weißensee
Marthiens, Waldemar, Ingenieur, Bln.-Adlershof
Matz, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Frohnau
Metschl, Emil Cölestin, Dr., Bln.-Cöpenick
Meyer, Christoph, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Meyer, Siegfried, Dipl.-Ing., Berlin
Michael, Waldemar, Dr., Bern/Schweiz
Michailoff, Konstantin, Dipl.-Ing., Kniagebo bei Sofia
Miederer, Hans, Ingenieur, Bln.-Tempelhof
Molling, Heinz, Elektroingenieur, Bln.-Charlottenburg
Mollwo, Ludwig, Dipl.-Ing., Bln.-Friedenau
Ninnemann, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Schlachtensee
Ohlmüller, Friedrich, Direktor, Bln.-Dahlem
Otten, Friedrich, Oberingenieur, Bn.-Siemensstadt
Paulmann, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Penning, Hans, Bln.-Charlottenburg
Pfeiffer, Adolf, Dipl.-Ing., Bln.-Treptow
Pfeiffer, Otto, Ingenieur, Bln.-Rahnsdorf
Pföntzke, Fritz, Ingenieur, Berlin
Pointke, Georg, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Pohl, Walter, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee
Pribnow, Richard, Ingenieur, Berlin
Prölss, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Raettig, Hans, Oberpostrat, Bln.-Wilmersdorf
Reinel, Johann August, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Reiser, Hermann, Oberingenieur, Bln.-Wilmersdorf
Reuber, Walter, Elektroingenieur, Bln.-Siemensstadt
Rick, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Röhr, Wolfgang, Ingenieur, Potsdam
Rolf, Erich, Dipl.-Ing., Dr.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Rössner, Heinrich, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Rothe, Heinz, Hennigsdorf
Rudolph, Heinrich, Dr.-Ing., Bln.-Friedenau
Rühle, Hans, Ingenieur, Kröpelin
Sardemann, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz
Sass, Johannes, Ingenieur, Bln.-Friedenau
Sasse, Alfred, Dipl.-Ing., Berlin
Sasse, Werner, Ingenieur, Berlin
Sattler, Fritz, Ingenieur, Berlin
Simon, Hans, Obering., Bln.-Marienfelde
Soldat, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau
Schätz, Leopold, Direktor, Bln.-Karlshorst
Schiele, Otto, Dr.-Ing., Berlin
Schlittgen, Willy, Ingenieur, Bln.-Neutempelhof
Schmid, Max, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Schmidt, Richard, Ingenieur, Bln.-Weißensee
Schmidt, Werner, Elektroingenieur, Bln.-Mariendorf
Schmitt, Hans, Dipl.-Ing., Lautawerk/Lausitz
Schulze-Schwanebrügge, Otto, Dipl.-Ing., Berlin
Schütte, Otto, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Schwatlo, Gerhard, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Stein, Walter, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Strigel, Robert, Dr.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Stückrath, Heinrich, Ingenieur, Berlin
Vaerst, Julius, Dipl.-Ing., Bln.-Zehlendorf
Vorstman, Maximilian, Direktor, Bussum
Voss, Arnold, Rostock-Gehlsdorf
Walz, Alfred, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Wegner, Georg, Ingenieur, Bln.-Spandau
Weidemann, Wolfgang, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Weiss, Eugen, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Weis, Leo, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Weissmann, Harry, Dr.-Ing., Bln.-Spandau
Weissflog, Herbert, Ingenieur, Berlin
Wenzky, Werner, Ingenieur, Bln.-Neukölln
Wilke, Alfons, Dipl.-Ing., Bln.-Karlshorst
Wipfler, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Mariendorf
Wolff, Willy, Ingenieur, Berlin

VDE Gau Berlin-Brandenburg,
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Kloß.

Gau Halle.

Am 20. 1. 1936 sprach Herr Dr.-Ing. Friedrich Mörtzsch VDE über: „Der heutige Stand der elektrischen Heißwasserbereitung". Der Vortragende zeigte an Hand von Lichtbildern den heutigen Stand der Entwicklung, den die elektrischen Heißwassergeräte nunmehr erreicht haben. Während man noch vor kurzem vielfach auf dem Standpunkt stand, daß der durch Nachtstrom geheizte Heißwasserspeicher die allein richtige Lösung sei, hat die Erfahrung der letzten Jahre gezeigt, daß man dieses starre Prinzip verlassen muß, wenn alle Wünsche der Verbraucher befriedigt werden sollen. So finden z. B. für die Heißwasserbereitung in Küchen mehr und mehr tagesstromgeheizte Kleinspeicher von 5, 8 oder 10 l Anwendung; da die Wärmeverluste dieser Speicher wesentlich geringer als die der Nachtspeicher sind, wird der Betrieb trotz der etwas höheren Tagstrompreise recht wirtschaftlich, vor allem, wenn es sich um Verbrauchsstellen mit schwankendem Heißwasserbedarf handelt. Für Badezwecke kommen nach wie vor nachtstromgeheizte Überlaufspeicher in Frage. Die gewisse Starrheit dieser Speicher, die in dem begrenzten Fassungsvermögen begründet ist, laßt sich durch Verwendung von Sonderschaltungen beseitigen[1]). Wesentliche Fortschritte sind schließlich auf dem Gebiete der Kochendwasserbereitung erzielt worden. Die Schwierigkeit der Aufgabe liegt darin, nicht nur das Wasser zum Sieden zu bringen, sondern mit Siedetemperatur dauernd bereitzuhalten, ohne daß eine unerwünscht starke Verdampfung auftritt. Die Entwicklung der elektrischen Heißwassergeräte ist heute bereits so weit fortgeschritten, daß an eine gewisse Standardisierung herangegangen werden kann.

Gau Köln.

Über Kleinförderanlagen in gewerblichen Betrieben sprach Herr Dipl.-Ing. Rjosk VDE am 14. 2. 1936 im VDE Gau Köln. Zu den Kleinförderanlagen zählen Rohrpostanlagen, Seilförderanlagen und Bandförderer. Herr Rjosk unterschied zwischen Anlagen zum Verkehr zweier Stationen untereinander, zum Einsammeln von mehreren Stationen zu einer zentralen Stelle, zum Verteilen von einer Stelle auf mehrere Plätze und schließlich Anlagen, bei denen eine Mehrzahl von Stationen miteinander verkehren können. Durch die Anwendung steuertechnischer Grundsätze der Fernmeldetechnik auf die Technik der Kleinförderanlagen ist es möglich geworden, beliebig viele Stationen wahlweise miteinander in Verkehr treten zu lassen. So können beispielsweise in einer neuzeitlichen Weichenrohrpost durch das Verdrehen zweier Ringe auf den Rohrpostbüchsen 64 verschiedene Stationen ausgewählt werden. Durch Hinzufügen eines dritten Ringes steigt die Auswahlmöglichkeit auf 512 Stationen. Auch in bezug auf die Länge der Förderstrecken bestehen heute praktisch keinerlei Schwierigkeiten. An zwei Beispielen wurde die Verwendung von Kleinförderanlagen in gewerblichen Betrieben gezeigt. In einem großen englischen Werk der chemischen Industrie sind in einer Halle zur Verpackung der Erzeugnisse Tische mit Förderbändern aufgestellt, die mit den abgefüllten Dosen und Tuben und dem leeren Packmaterial beschickt werden. Die verpackten Erzeugnisse laufen selbsttätig in Umlaufaufzüge, die die Waren in den Lagern ebenfalls selbsttätig auf Bänder überladen. Diese Bänder führen zu den einzelnen Lagerstellen. Die abgerufenen Waren werden auf sogenannten Schaukelförderern in die Versandabteilung gebracht und dort an bestimmten Plätzen entladen. Plattenförderbänder bringen die fertig verpackten Kisten unmittelbar zu den Eisenbahnwaggons. — Als zweites Beispiel erläuterte Herr Rjosk die Beförderung von Postsachen für Postämter, die ein besonders weites Anwendungsgebiet für Kleinförderanlagen sind.

Gau Niedersachsen.

Über „Lichttechnische Projektierung und Kontrolle von Beleuchtungsanlagen" sprach am 12. 11. 1935 Herr Dipl.-Ing. Voth. Bei der Planung von Beleuchtungsanlagen werden heute vielfach die lichttechnischen Voraussetzungen nicht beachtet. Erst die Kenntnis von den Eigenschaften des Auges gibt uns die Möglichkeit, die Bedingungen für das Sehen, Erkennen und Arbeiten festzulegen. In Zukunft werden für den Beleuchtungstechniker die „Leitsätze[2]) für die Beleuchtung mit künstlichem Licht" und ein objektiver Luxmesser zur Feststellung der Beleuchtungsstärke unentbehrlich sein.

Gau Oberschlesien.

Am 21. 1. 1936 hielt Herr Dipl.-Ing. Kircher vor dem Gau einen Vortrag über „Lichttechnische Fragen in der Industrie". Ausgehend von einer Erklärung der lichttechnischen Begriffe und Meßverfahren ging Herr Kircher auf die Leitsätze der Deutschen

[1]) ETZ 56 (1935) S. 206.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 1177.

Lichttechnischen Gesellschaft ein, die neuerdings als Deutsche Industrienormen (DIN Blatt 5035) erschienen sind. Die neuesten Lichtquellen mit der außerordentlich gesteigerten Lichtausbeute, die Natrium- und Quecksilberdampflampen, wurden vorgeführt und in ihrer Anwendung in Hallen und Werkstätten besprochen. Diese in der Farbe von den bisher üblichen Lichtquellen abweichenden Entladungslampen wurden auch in Grubenbetrieben, vor allem zur Beleuchtung von Lesebändern, bereits weitgehend angewandt. Im Steinkohlenbergbau hat sich in den letzten Jahren die ortsfeste Starkstrom-Abbaubeleuchtung immer weiter eingeführt, und zwar nicht nur aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus, sondern vor allem auch, weil hierdurch die Sicherheit unserer Bergleute erhöht und ihr Wohlbefinden, ihre Arbeitsfreude erhöht werden.

Gau Südbayern.

Vor dem Verband Deutscher Elektrotechniker Gau Südbayern e. V. München, sprach am 8. 1. 1936 Dr.-Ing. W. Estorff über: „Die Technik der elektrischen Gasentladungen." Gase wie die atmosphärische Luft sind gewöhnlich ausgezeichnete Isolatoren. Hiervon macht die Hochspannungstechnik weitgehend Gebrauch. Unter bestimmten Bedingungen können die Gase stromleitend werden. Hierbei ist die Anwesenheit von Ladungsträgern, d. h. positiv und negativ geladenen Gasteilchen, und von Elektronen, kleinsten negativen Ladungen, erforderlich. Die Trägererzeugung durch „Stoßionisation" und „Glühemission" wurde an einer Reihe einfacher grundlegender Versuche vorgeführt und erläutert. Von den Anwendungsgebieten wurde zunächst die Gasentladung bei niedrigen Drücken gezeigt. In der Beleuchtungstechnik wurde durch die Einführung der Neon-, Natriumdampf-Starklichtquellen und der Quecksilber-Hochdrucklampen von Prof. Pirani ein neuer Weg zur wirtschaftlicheren Lichterzeugung beschritten. Einige weitere Versuche zeigten die Anwendung der Gasentladung zur Gleichrichtung von Wechselstrom in Gleichstrom, ferner das verlustlose Anlassen und Regeln von Motoren mittels gittergesteuerter Entladungsröhren. Die weiteren Ausführungen galten der Gasentladung in Luft von Atmosphärendruck. Das Elektrofilter zur Staubabscheidung aus Abgasen wurde im Versuch vorgeführt. Die Anwendung des elektrischen Lichtbogens in der Schweißtechnik und im Elektroofen wurde an weiteren Beispielen und Versuchen erläutert. Während es bei den bisher erwähnten Gasentladungen im wesentlichen auf die Trägererzeugung ankommt, lautet die Aufgabe im Schalterbau umgekehrt, und schnellste Trägervernichtung wird gefordert. Hier berichtete Dr. Estorff über die Erfolge der engen Zusammenarbeit zwischen theoretischem Physiker und Elektroingenieur an der Lösung des Hochleistungs-Schaltproblems.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 24. 3. (Di), 20 h 15 m, „Saal der Technik": Jungingenieurabend.

Gau Düsseldorf. 26. 3. (Do), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Neuerungen in elektrisch angetriebenen Werkzeugmaschinen". Dipl.-Ing. Maecker.

Gau Nordbayern, Nürnberg. 20. 3. (Fr), 20 h, Vortragssaal der Städt. Werke, Blumenstr. 16: „Kleinförderanlagen in behördlichen und gewerblichen Betrieben". Obering. Rjosk VDE.

Gau Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit dem VDI). 27. 3. (Fr), 20 h 15 m, Hess. Landesmuseum: „Tagesfragen aus dem Gebiete der Niederspannungsschaltgeräte" (m. Lichtb.). Obering. H. Franken VDE.

Gau Ostsachsen, Dresden (gemeinsam mit der Ortsgr. Dresden der Deutschen Gesellschaft für technische Physik). 26. 3. (Do), 19 h 45 m, T. H.: „Röntgenstrahlen und Werkstoff-Forschung". Prof. Dr.-Ing. R. Glocker (mit Lichtb. u. Vorführ.).

Gau Saar, Saarbrücken. 27. 3. (Fr), 20 h, gr. Saal der Handwerkskammer: „Anpassung veralteter Schaltanlagen an die Betriebserfordernisse" (m. Lichtb.). Oberingenieur Schwenk.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Stiel †. — In der Nacht vom 23. zum 24. 2. 1936 starb in der Schweiz während eines Erholungsaufenthaltes der Obering. und Prokurist der SSW, Berlin, Herr Dr.-Ing. Wilhelm Stiel. Dr. Stiel wurde am 28. 7. 1878 in Opladen, Rhld. geboren. Er studierte in Berlin, legte 1902 sein Diplomexamen ab und promovierte 1917 als schon beruflich tätiger Ingenieur an der T. H. Braunschweig mit einer Arbeit über die „Theorie des Riementriebes". Am 1. 10. 1903 trat Herr Stiel bei den Siemens-Schuckertwerken ein. Er hat dieser Firma bis zu seinem Tode — mit einer vierjährigen Pause, während der er Hochschulassistent war — ununterbrochen angehört, zuletzt als Prokurist und Leiter der Abteilung J 3, zu deren Arbeitsgebiet die Textil-, Papier-, Zellstoff-, Lederindustrie und andere gehören.

Herr Dr. Stiel war ein Ingenieur von außergewöhnlicher schöpferischer Befähigung und trotz der ihm durch seinen Dienst aufgezwungenen Spezialisierung von umfassender technischer Bildung und Neigung. Er hat als einer der Ersten auf eine wirtschaftliche Kupplung der Kraft- und Wärmewirtschaft in Papierfabriken hingewiesen und im Zusammenhang mit der Ausnutzung des Heizdampfes in Papierfabriken für die Verdrängung des Dampfmaschinenantriebes bei Papiermaschinen gewirkt. Sehr frühzeitig befaßte er sich auch mit den Mehrmotorenantrieben und erkannte die Bedeutung der Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotoren für die Papierindustrie. Untersuchungen des Kraftbedarfs und der Zugverhältnisse in der Papiermaschine führten zu seinem grundlegenden, 1924 erschienenen Buch „Elektrische Papiermaschinenantriebe". Auch für die Textilindustrie entwickelte er besonders interessante Einzelantriebe, und sein 1930 erschienenes Buch „Elektrobetrieb in der Textilindustrie" gab zum ersten Male eine zusammenfassende objektive Darstellung dieses Gebietes.

W. Stiel †.

Außer seinen hohen technischen Fähigkeiten besaß Herr Dr. Stiel vor allem auch beste menschliche Eigenschaften. Mehr als 25 Jahre hat er sich mit zäher Energie gegen die Krankheit behauptet, der er jetzt erlegen ist; Idealismus und Güte, Aufrichtigkeit und Mut waren Kennzeichen seines Charakters.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. Berechnung und Begrenzung. Von Dr.-Ing. M. Walter. Mit 107 Abb. u. 146 S. im Format 170 × 245 mm. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1935. Preis geh. 6,50 RM.

Der Kreis der Ingenieure, die sich mit den Kurzschlußvorgängen zu befassen hatten, ist ursprünglich klein gewesen. Diesen fiel allerdings die schwierige Aufgabe zu, die Maschinen, Geräte und Netze so zu entwerfen, zu bauen und zu betreiben, daß die schädlichen Auswirkungen eines Kurzschlusses auf das tragbare Maß zurückgedrängt wurden. Nach einigen Jahrzehnten erfolgreicher Arbeit ist diese Aufgabe als praktisch gelöst anzusehen; wir haben Generatoren, Schalter und Netze mit Schutzvorrichtungen, die mit gutem Gewissen als kurzschlußsicher zu bezeichnen sind. Die damit zusammenhängenden Fragen haben aber deswegen nicht an Interesse verloren, im Gegenteil, dadurch, daß die weitaus größte Zahl der Elektrizitätsverbraucher ihren Strom aus einem Netz großer Leistung bezieht, ist es für jeden Ingenieur, der einen neuen Anschluß plant oder den Betrieb einer Fabrikanlage zu leiten hat, von Bedeutung, über das Kurzschlußverhalten des betreffenden Netzes im Bilde zu sein.

Das Buch von Walter ist als ein vorzüglicher Helfer zu bezeichnen für alle diejenigen, die in die gekennzeichnete Gedankenwelt eindringen wollen. Die einfache Darstellung, der übersichtliche Aufbau, die Ausstattung mit guten Bildern und praktische Berechnungsbeispiele lassen das Wesentliche klar hervortreten. Mit glücklicher Hand ist es vermieden, daß lediglich eine Sammlung von Berechnungsformeln gegeben wird; wenn auch nicht immer die Herleitung der Formel gebracht werden konnte, so bleiben doch die physikalischen Zusammenhänge stets klar erkennbar. Die beigefügten Schrifttumshinweise ermöglichen es dem Leser ohne weiteres, sich in Einzelheiten zu vertiefen und auch die Ziele der Weiterentwicklung zu erkennen.

Es wird daher sowohl derjenige Ingenieur, der schnell eine zuverlässige Rechnung durchführen will, wie auch der Fachmann, der eine Zusammenfassung des weit verstreuten Schrifttums sucht, gern auf das Waltersche Buch zurückgreifen. L. Binder VDE.

A study by means of photography of the interruption of medium power electrical circuits. Von J. Anderson. Mit 312 Abb. u. 139 S. im Format 285 × 430 mm. Verlag George Ellison Ltd., Birmingham 1935. Preis geb. 5 Guineas.

Die Arbeit enthält eine große Anzahl photographischer Aufnahmen von Schalterlichtbögen, welche mit Sorgfalt zusammengestellt sind. Von besonderem Interesse sind die Kinoaufnahmen bzw. die Aufnahmen mit Mehrfachkamera, welche den zeitlichen Verlauf der Entladungserscheinungen untersuchen. Die Arbeit erstreckt sich auf die verschiedensten praktischen Schalter, wie Schalter in Luft, in Öl, in Wasser, Schalter mit magnetischer Blasung, Gleichstromschalter, Wechselstromschalter, Schalter mit Doppelunterbrechung, Schnellschalter. Die Auswertung der Aufnahmen beschränkt sich im allgemeinen darauf, den experimentell gefundenen Zusammenhang zwischen Strom, Spannung, Lichtbogenlänge, Blasfeld usw. in Kurvenform darzustellen, so daß die Arbeit über die physikalische Natur des Lichtbogens keine unmittelbaren Auskünfte gibt. Ein sorgfältiges Studium des Buches läßt dagegen den Leser einen Einblick in das Verhalten des Lichtbogens in praktischen Schaltern gewinnen, wobei allerdings der Lichtbogen bei der Schaltung großer Leistungen wohl aus versuchstechnischen Gründen nicht untersucht ist.

F. Kesselring VDE.

„Hochspannungsapparatebau", Sammlung von Aufsätzen unter der gemeinsamen Redaktion von Prof. Tretjakoff, Ing. Woronoff und Ing. Maschkilejson. Herausgegeben vom Vereinigten Technisch-Wissenschaftlichen Verlag des Volkskommissariats für Handel u. Industrie. Mit 270 S. im Format 150 × 230 mm. Moskau, 1935. Preis 4 Rbl 20 Kop.

Die Sammlung enthält eine Reihe von Aufsätzen, die einzelne, teilweise nur sehr lose zusammenhängende Gebiete der Hochspannungstechnik behandeln. So finden sich darin z. B. Artikel über „Löschmethoden in modernen Abschaltvorrichtungen", eine „graphische Methode zur Bestimmung der Abhängigkeit zwischen einem in den Sekundärkreis eines Transformators eingeschalteten Widerstand und dem Sekundärstrom sowie zwischen dem Sekundärstrom und der Leistung des Sekundärstromkreises nach einer vorher festgelegten Magnetisierungskurve" und eine „Theorie der Schwingungen von Sammelschienen und Isolatoren". Das Buch hätte dem ganzen Inhalt nach besser den Titel „Aufsätze über einzelne Fragen der Hochspannungstechnik" erhalten, um so mehr, als die Artikel weniger den Bau behandeln, sondern mehr der Theorie gewidmet sind. Sehr stark sind auch Arbeiten ausländischer Fachleute in den einzelnen Aufsätzen berücksichtigt. Hans Schmidt.

Meßbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. Mit 128 Abb. u. 215 S. im Format A 5. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis geb. 8 RM.

Der Verfasser setzt beim Leser sozusagen nichts voraus und beginnt daher mit einer Beschreibung der für Messungen nötigen Werkzeuge und anderen Hilfsmittel wie Glimmlampen, Stromquellen usw. Es folgt eine kurze Besprechung der Meßinstrumente und der Frage des Selbstbaues von Zusatzeinrichtungen. Sehr ausführlich werden Röhrenspannungszeiger verschiedener Art behandelt; daran schließen sich Messungen an Widerständen, Kondensatoren und Röhren, die Beschreibung von Meßsendern für Ton- und Hochfrequenz und die hiermit möglichen Messungen.

Das Buch ist wohl nicht für Fachleute geschrieben und kann wegen seiner leicht verständlichen Sprache und guten Abbildungen jedem Funkfreund, jedem Funkhändler, ja auch jedem Techniker, der sich mühelos in die Anfangsgründe der Funkmeßtechnik einarbeiten will, warm empfohlen werden. Gerade die zahlenmäßig ausgewerteten Messungen werden sein Verständnis und seine Sicherheit schnell fördern.

K. Mühlbrett.

Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft vom 13. Dezember 1935 (RGBl. I S. 1451). Erläutert v. Dr. Hans Müller. Mit 128 S. im Format 130 × 190 mm. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1936. Preis kart. 3,80 RM.

Verfasser gibt in einer Einführung eine Übersicht über die geschichtliche Entwicklung und stellt in 14 Punkten die Grundsätze des Energiegesetzes auf. Seine Untersuchungen gehen vom Gesichtspunkt der Versorgungsunternehmen aus. Der ausführlichen Untersuchung und Erörterung der 20 Paragraphen des Gesetzes schickt Verfasser den Gesetzestext und die im Reichsanzeiger Nr. 297 vom 20. 12. 1935 enthaltene Begründung voraus. In einem Anhang zu den Erläuterungen der einzelnen Gesetzesbestimmungen sind u. a. abgedruckt das Rundschreiben des Leiters der Reichsgruppe Energiewirtschaft an alle Elektrizitätsunternehmen vom 23. 12. 1935, die Rede des Reichsbankpräsidenten Dr. Schacht in Saarbrücken am 27. 9. 1935 und Anordnung des Reichswirtschaftsministers über die Anerkennung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung vom 20. 10. 1934.

Müller weist zutreffend auf die fortab nur bestehende Reichsaufsicht über die Energiewirtschaft hin, unter der nur Elektrizitäts- und Gasversorgung zu verstehen sind. Unter den Begriff Energieanlagen fallen auch das Zubehör, z. B. Transformatoren, Schaltstationen, also alle Anlagen von der Ursprungserzeugung der Energie bis zur letzten Abgabe. Ausgeschlossen von der gesetzlichen Regelung sind alle Anlagen, die lediglich der Übertragung von Zeichen oder Lauten dienen, also die elektrisch betriebenen Anlagen der Reichspost, Reichsbahn und Reichswehr: Fernsprech- und Fernschreibeanlagen, Sende- und Empfangsanlagen für drahtlose Nachrichtenübermittlung und Rundfunk. Bahnstromversorgungs-Unternehmen unterliegen dem Gesetz nur, wenn sie zugleich andere mit Energie versorgen.

§ 6 des Gesetzes bestimmt jetzt ausdrücklich Kontrahierungszwang, der bisher gesetzlich nicht festgelegt war, so daß aus der monopolartigen Stellung der öffentlichen Versorgungsunternehmen gegenüber dem Recht zur Versorgung auch die Pflicht hierzu herge-

leitet werden mußte. Zwischen Anschluß- und Versorgungspflicht besteht untrennbar Zusammenhang, so daß nicht etwa lediglich der Anschluß ohne Verpflichtung zur Abnahme elektrischer Energie verlangt werden kann. Müller behandelt ferner eingehend die Frage der Lieferung von Reserve- und Zusatzenergie an Selbsterzeuger, falls deren Anlage nicht ausreicht oder infolge Betriebsstörungen stilliegt, die von jeher lebhaft umstritten war. Das neue Gesetz habe zwar die Frage grundsätzlich verneint, bei wirtschaftlicher Zumutbarkeit aber bejaht und damit den ganzen Streit zur Tatfrage gemacht. Aufgaben und Befugnisse des Reichskommissars für Preisüberwachung sind jetzt wieder auf den Reichswirtschaftsminister übergegangen, der notfalls Tarife mit Rechtskraft selbst festsetzen kann. Die Preisüberwachungsbestimmungen haben künftig für die Energiewirtschaft ihre Bedeutung verloren. Bei Betriebsuntersagung und -überweisung seien alle Spielarten von Untersagung schlechthin bis zu völliger Gesamtrechtsnachfolge denkbar. Die Verleihung des Enteignungsrechtes bedeute ein unentbehrliches Instrument zur Steuerung der Energiewirtschaft durch den Reichswirtschaftsminister, der auch die erforderlichen Anordnungen zur Sicherstellung der Landesverteidigung und Betriebssicherheit der Energieanlagen treffen kann.

Das Müllersche Buch verdient namentlich wegen seiner geschichtlichen Feststellungen und Vergleiche mit dem früheren Rechtszustand, sowie ausgiebiger Berücksichtigung der höchstrichterlichen Rechtsprechung volle Beachtung. R.-A. Dr. G. Aßmann VDE.

Wir ordnen nach der DK. Richtlinien u. Beispiele f. d. Anwendung d. Dezimalklassifikation in Technik u. Industrie. Von Dr.-Ing. O. Frank. Mit zahlr. Abb. und 62 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1935. Preis kart. 1,25 RM.

Der Verfasser gibt zunächst eine Übersicht über Wesen, Zweck und Ausbau der Dezimalklassifikation. Die DK ist bereits über 65 Jahre alt und wurde von dem amerikanischen Bibliothekar Melvil Dewey entworfen. Allmählich hat sich das System auch in Europa verbreitet, wo es 1895 bei der Gründung des Internationalen Bibliographischen Instituts für die Ordnung eines Katalogs des gesamten Schrifttums der Welt zugrunde gelegt wurde. Die Gründer des Instituts, Henri La Fontaine und Paul Otlet, haben das DK-System wesentlich ausgebaut und gaben 1905 die erste Gesamtausgabe in französischer Sprache heraus, der 1927—1933 eine zweite Ausgabe folgte. Zur Zeit ist man mit der Aufstellung einer deutschen Gesamtausgabe beschäftigt. Für die Elektrotechnik ist bereits eine vollständige Ausgabe des Abschnitts 621.3 (Elektrotechnik) im Jahre 1931 erschienen, und man kann mit Genugtuung feststellen, daß das DK-System in immer größerem Umfange bei Bibliotheken, Zeitschriften und Aktensammlungen verwendet wird.

Neben diesen Hinweisen auf die geschichtliche Entwicklung bringt das Buch vor allem wertvolle Hinweise, wie man die DK verwenden kann, und diese Hinweise sind um so begrüßenswerter, als dadurch dem neu hinzutretenden Benutzer des DK-Systems Fingerzeige gegeben werden, wie er das System vorteilhaft für sich verwenden kann, sei es nun, daß er sich eine Schrifttum-Kartei anlegt oder Patentakten zu ordnen beabsichtigt, sei es, daß er Archive und Aktensammlungen so einteilen will, daß jederzeit leicht aus dem Archiv Dokumente gefunden werden können, ohne daß man sich auf das Gedächtnis eines Archivars verlassen muß.

Ein weiterer Vorteil des DK-Systems liegt darin, daß ohne Kenntnis einer fremden Sprache es möglich ist, aus dem Schrifttum sich darüber zu unterrichten, ob Aufsätze und Bücher aus dem eigenen Arbeitsgebiet erschienen sind. Man spart dadurch unnötige Übersetzungskosten und erreicht anderseits, daß wichtige Arbeiten nicht übersehen werden.

Das Heft verdient bei allen denen, die sich über die Dezimalklassifikation unterrichten wollen, weitgehende Verbreitung, und es ist zu hoffen, daß nach dem Lesen dieser Schrift sich noch mehr Stellen zur Einführung des DK-Systems entschließen, als es jetzt schon erfreulicherweise der Fall ist. Harald Müller VDE.

Eingänge.

Bücher.

Deutscher Reichsbahn-Kalender 1936, herausgegeben von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Berlin. Illustrierter Abreiß-Kalender.

[Die neue Ausgabe des Deutschen Reichsbahn-Kalenders bringt wiederum einen sehr guten Durchschnitt in Wort und Bild durch das Leben und die Bestrebungen der Deutschen Reichsbahn als dem größten Verkehrsunternehmen der Welt.]

Fernseh-Fibel. Eine volkstümliche Darstellung. Von Ing. J. Winckelmann. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 68.) Mit 36 Abb. u. 48 S. im Format 140 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis kart. 1,50 RM. (Besprechung folgt.)

Neuere Gleichstrom-Maschinen. Anleitung für Entwurf, Berechnung und Konstruktion. Von Obering. W. Kehse. Mit 31 Abb., X u. 62 S. im Format 160 × 245 mm. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1936. Preis geh. 5 RM. (Besprechung folgt.)

Schweißverbindungen im Kessel- und Behälterbau. Von Obering. E. Höhn. Mit 107 Textabb., VI u. 145 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis kart. 12,60 RM. (Besprechung folgt.)

The Plate-Jet. Von J. Hartmann. (Ingeniørvidenskabelige Skrifter A Nr. 41.) Mit zahlr. Tafeln u. Abb. u. 108 S. im Format B 5. Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, i. Komm. hos G. E. C. Gad, Kopenhagen 1935. Preis 15 Kr. (Besprechung folgt.)

Das Fernseh-Heft für Wißbegierige und Bastler. Von W. Federmann. Mit Zeichnungen von P. Müller. Mit 51 Abb. u. 56 S. im Format 179 × 240 mm. Verlag Reimar Hobbing, Berlin 1935. Preis kart. 1,20 RM. (Besprechung folgt.)

Uhlands Ingenieur-Kalender 1936. 62. Jg. Begründet v. W. H. Uhland. Bearb. v. Prof. R. Stückle. 1. Teil: Taschenbuch. 2. Teil: Für den Konstruktionstisch. Mit zahlr. Abb., VI/288 u. XII/1062 S. im Format 110×170 mm. Verlag Alfred Kröner, Leipzig. Preis geb. 5,40 RM. (Besprechung folgt.)

Der Absatz elektrotechnischer Erzeugnisse in Ostpreußen unter besonderer Berücksichtigung der Haushaltungsgeräte und Rundfunkapparate. Von Ing. Dipl.-Kfm. M. Beck. Mit zahlr. Abb., VI u. 99 S. im Format B 5. Verlag C. E. Poeschel, Stuttgart 1935. Preis kart. 5,80 RM.

Der Mikro-Sender. Ausführl. Bauanleitung. Von Ing. O. Kappelmayer. 3., verbess. Aufl. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 47.) Mit 16 Abb. u. 28 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof. Preis geh. 1,20 RM. (Besprechung folgt.)

Zeitschriften.

Nippon electrical Communication Engineering. Herausg. v. Densin-Denwa-Gakkwai (Iistitute of Telegraph & Telephone Engineers of Japan), Tokyo, Japan. Quarterly Edition. Nr. 1 v. Sept. 1935.

Memoirs of the Ryojun College of Engineering, Bd. 8 (1935) Nr. 6: Seiichiro Noda u. Shizuo Nishiyama, Mechanical Characteristics of Transmission Lines. Part X. Jumping Up of span-wires due to clearing off the sleet. Ryojun, Manchuria, August 1935.

Das Versicherungsarchiv. Sonderdruck aus Bd. 6 (1935) Nr. 4. C. D. Benken, Die versicherungstechnische Beurteilung von Heiz- und Trockeneinrichtungen unter besonderer Berücksichtigung elektrischer Anlagen dieser Art. (Nach einem Vortrag.) Wien, 15. 10. 1935.

Berichtigung.

In H. 10 der ETZ 57 (1936) S. 275 muß die DK-Nummer für den Bericht über die Automobilausstellung 1936 wie folgt lauten: 621. 3 : 629. 113.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 13. März 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 26. März 1936 Heft 13

LZ 129

Ein Geleitwort von Dr. Eckener.

Der „LZ 129" ist, wie man weiß, das erste Schiff der Friedrichshafener Werft, das planmäßig als transozeanisches Passagier-Luftschiff entworfen und durchkonstruiert ist. Der „Graf Zeppelin" war als ein Studienschiff gedacht, das die Möglichkeiten eines Luftverkehrs über die Meere erforschen sollte, und hatte deshalb nur verhältnismäßig beschränkte und dürftige Unterbringungsmöglichkeit für Fahrgäste vorgesehen. Die große Menge wird deshalb auch, wie ein Blick in die Tagesblätter zeigt, in erster Linie der Anordnung, Bequemlichkeit und Ausschmückung der Fahrgasträume ihr Interesse und ihre Bewunderung schenken. In der Tat bedeuten die Zweckmäßigkeit und Schönheit der ganzen architektonischen Anlage des Schiffes in dieser Beziehung und, wie die Probefahrten zeigten, die Ruhe und Annehmlichkeit des Reisens mit ihm einen sehr erheblichen Fortschritt gegenüber dem bisher in Luftfahrzeugen aller Art Gebotenen.

Aber von einem modernen Verkehrsmittel verlangt man neben Bequemlichkeit und Komfort vor allen Dingen Sicherheit. Den Techniker wird es besonders interessieren, zu erfahren, was das neue Schiff in bezug hierauf an Verbesserungen bringt. Man weiß schon, daß ganz im allgemeinen die größere Leistungsfähigkeit, Geschwindigkeit und konstruktive Festigkeit des „LZ 129" nach Absicht des „Luftschiffbau Zeppelin" eine erhöhte Sicherheit verbürgen sollen und auch in der Tat verbürgen; man weiß, daß Rohölmotoren an die Stelle der Benzinmotoren getreten sind, daß Anordnungen getroffen sind, den Wasserstoff gegebenenfalls durch Helium zu ersetzen und dergleichen mehr. Aber man weiß wohl nicht, und besonders den Elektrotechniker dürfte es interessieren, daß neben einer ausgedehnten Licht- und Kraftanlage und einer besonders leistungsfähigen Funkeinrichtung noch eine Fülle von elektrischen Vorrichtungen und Meßinstrumenten im „LZ 129" eingebaut sind, die den Schiffsführer laufend über statische und fahrtechnische Daten unterrichten und somit die Sicherheit der Führung erheblich steigern. So kann man jederzeit bequem ablesen, wie groß die an Bord vorhandene Ballastmenge ist und wie sie sich auf die einzelnen Ballastbehälter verteilt, kann man ebenso feststellen, wie hoch der Gasspiegel in den einzelnen Zellen liegt und wie hoch demnach die Prallhöhe derselben ist — Daten, die die statische Führung bestimmen müssen. Ferner gibt ein ununterbrochen und selbsttätig arbeitendes Echolot die Höhe über dem Boden an, wenn man im Nebel seinen Weg über gebirgiges Gelände nehmen muß, und ermöglicht so in gewissem Grade eine Orientierung an Hand einer Karte, die die Höhen angibt. Selbstverständlich fast ist es, daß die Schiffsgeschwindigkeit und daß die Drehzahlen der einzelnen Motoren elektrisch angezeigt und im Führerstand abgelesen werden können, daß eine glänzend arbeitende Servosteuerung eingebaut ist, wie schon beim „Graf Zeppelin", u. a. m.

Über diese und ähnliche Einrichtungen des neuen Schiffes gibt der nachstehende Aufsatz eingehenden Aufschluß. Diese Anlagen bedeuten einen wesentlichen Fortschritt im Sinne einer erhöhten Fahr- und Betriebssicherheit des Luftschiffes. Große Leistung und große Sicherheit, das ist der Weg, den wir im Luftverkehr gehen müssen! Die Elektrotechnik dürfte hierbei noch wichtige Dienste zu leisten berufen sein.

Dr. Eckener

Die elektrischen Einrichtungen des Luftschiffes „LZ 129".

Von **E. Hilligardt**, Friedrichshafen.

621. 3 : 629. 132

Die Wissenschaftliche Leitung der ETZ bietet als einzigen technischen Aufsatz dieses Heftes eine Beschreibung der elektrischen Ausrüstung des Zeppelin-Luftschiffes „LZ 129". Der Erbauer dieses Luftschiffes ist Herr Dr.-Ing. L. Dürr; sein Mitarbeiter, Herr Ing. E. Hilligardt, dem die Ausgestaltung des elektrotechnischen Teiles oblag, hat die nachstehende Beschreibung für uns verfaßt.

In diesen Tagen verließ das neue Fahrgast-Luftschiff „LZ 129" die Halle, um zunächst Werkstatt- und Versuchsfahrten auszuführen (Abb. 1). Im Laufe des Jahres wird es wie sein Vorgänger „LZ 127", der „Graf Zeppelin", den Transozeandienst aufnehmen. Das Schiff ist mit vier Dieselmotoren von insgesamt 4800 PS ausgerüstet, die ihm eine Geschwindigkeit von 140 km/h verleihen[1]). Das Luftschiff hat einen Inhalt von 200 000 m^3 Wasserstoffgas und kann zu Überseefahrten außer 50 Fahrgästen 10 t Post und Fracht befördern.

Die elektrischen Einrichtungen des neuen Luftschiffes sind auf Grund der langjährigen guten Erfahrungen mit dem „LZ 127" erheblich erweitert worden, wie überhaupt die Elektrotechnik zu dem reibungslosen und pünktlichen Fahrdienst des Südamerikaverkehrs wesentlich beitragen konnte.

Abb. 1. Das Luftschiff „LZ 129" über der Werkstatthalle; rechts die Halle des „LZ 127".

Länge des Schiffes	245 m	Anzahl der Gaszellen	16
Größter Durchmesser	41,2 m	Anzahl der Motorgondeln	4

Die elektrischen Anlagen auf älteren Luftschiffen[2]).

Zu Beginn des Weltkrieges umfaßten die elektrischen Einrichtungen der Marine- und Heeresluftschiffe nur wenige Beleuchtungskörper, einen Scheinwerfer, elektrische Bombenabwurfeinrichtungen und Signalgeräte, wofür ein vom Hauptmotor angetriebener Generator von 120 W Leistung bei einer Spannung von 12 V in Parallelschaltung mit einer Akkumulatorenbatterie von 30 Ah ausreichte. Infolge des höheren Strombedarfs durch die Funkentelegraphie, die Beleuchtung und die Scheinwerferanlage mußte bei den letzten Marineluftschiffen 1917/18 die Generatorleistung bis auf 800 W und die Spannung auf 24 V gesteigert werden.

Für das erstmalig mit einer elektrischen Küche ausgerüstete Reparationsluftschiff „LZ 126" war neben einem kleinen 24 V-Netz bereits ein 115 V-Generator von 6 kW erforderlich, dessen Antrieb durch einen Windmotor erfolgte.

Bis dahin hatte man für das Licht- und Kraftnetz 24 V Gleichstrom verwendet, davon ausgehend, daß die Sicherheit eine wesentlich höhere ist, wenn unter der Lichtbogenspannung geblieben wird. Im Luftschiff „LZ 127" war anfänglich ein durch Windmotor angetriebener 115 V-Generator von 8 kW Leistung eingebaut, der aber im Jahre 1930 wegen des schlechten Wirkungsgrades des Windmotorantriebes, wegen der Fahrtgeschwindigkeit des Luftschiffes sowie wegen seiner weiter fortschreitenden Elektrisierung durch zwei von Gasmotoren angetriebene 8 kW-Generatoren ersetzt werden mußte.

Die beiden großen amerikanischen Luftschiffe „Akron" und „Macon" hatten zwei benzinelektrische Maschinensätze von je 11 kW, 115 V.

Für die über eine Entfernung von 250 m ausgedehnte Anlage des Luftschiffes „LZ 129" mußte aus Gewichtsgründen die Betriebsspannung auf 220 V erhöht werden. Nach den guten Erfahrungen, die mit der 110 V-Anlage des Luftschiffes „Graf Zeppelin" während seiner regelmäßigen Fahrten nach Südamerika und beim Liegen am Ankermast in stärkstem Tropenregen und höchster Luftfeuchtigkeit gewonnen wurden, konnte ohne Bedenken diese höhere Spannung gewählt werden.

Statt des Gleichstroms wird auf weiteren Luftschiffneubauten aus Gewichts- und Sicherheitsgründen Drehstrom verwendet werden.

Erzeugungs- und Verteilungsanlagen.

Maschinenanlage.

Der Stromversorgung des neuen Luftschiffes „LZ 129" dienen zwei dieselelektrische Maschinensätze von je 30 kW Dauerleistung (Abb. 2, 3, 4 und 5). Der gesamte Anschlußwert der elektrischen Anlagen beträgt rd. 42 kW und setzt sich gemäß Zahlentafel 1 zusammen.

Zahlentafel 1.

24 V-Anlage:	kW	220 V-Anlage:	kW
Lichtrufanlage	0,5	Lüfter	3,3
Beleuchtung	0,3	Pumpen	0,5
Meß- und Signaleinrichtungen	0,2	Steuerung	0,7
Zigarrenanzünder	0,1	Antennenwinden	0,3
funkentelegraphische Einrichtungen	0,1	Speiseaufzug	0,6
zusammen	1,2	Kühlanlage	0,5
		Echolot mit Sirenenmotor	0,2
		elektrische Küche	12,6
		Anwärmung der Haupt- und Hilfsmotoren	9,0
		Beleuchtung und Stellungslichter	5,5
		Scheinwerfer	4,2
		funkentelegraphische Einrichtungen	2,4
		Ladeumformer 220/24 V	0,7
		zusammen	40,5

[1]) Ausführliche bauliche Beschreibung des Luftschiffes „LZ 129" siehe in der Z.VDI 80 (1936) H. 13.

[2]) Vgl. L. Dürr: 25 Jahre Zeppelin-Luftschiffbau, Berlin: VDI-Verlag, 1924.

Die elektrische Zentrale ist mittschiffs auf Backbordseite des Laufgangs eingebaut und umfaßt einen Maschinenraum von 7,7 m² und einen Schaltraum von 7,0 m² Grundfläche (Abb. 2). Die Wände beider Räume sind aus dichtvernieteten Aluminiumblechen hergestellt. Sie werden durch einen Anschluß an den Schiffslüfter und durch die besondere Führung der Kühlluft für die Dieselmotoren unter einem Überdruck von einigen mm WS gegenüber dem Schiffsraum gehalten. Der Zugang zur Zentrale ist vom Schiffsinnern nur über eine Schleuse möglich, und über diese Schleuse erfolgt auch der Einstieg von der Halle aus.

Zwei Vierzylinder-Vorkammer-Dieselmaschinen (Bohrung 110 mm, Hub 130 mm) mit einer Dauerleistung von 50 PS bei 1800 U/min dienen zum Antrieb der Generatoren (Abb. 5). Die Drehzahlregelung erfolgt durch einen an der Einspritzpumpe angebauten Fliehkraftregler, welcher innerhalb des normalen Bereichs von 1600 bis 1800 U/min die Drehzahl auf ± 3 % genau einhält.

Die sofortige Betriebsbereitschaft der Dieselmotoren wird während der Fahrt durch Überleiten eines Teils des Kühlwassers vom Betriebsmotor auf den Reservemotor sichergestellt. In der Halle werden die Motoren mittels elektrischer Heizkörper im Kühlwasserkreis vorgewärmt (Abb. 6); damit ist trotz angekuppelten Generators und Lüfters die Anwendungsmöglichkeit von elektrischen Startermotoren gegeben, die unmittelbar auf den Schwungradkranz wirken.

Durch besonders ausgebildete Motorrahmen, Anflanschung des Generators an den Dieselmotor, Lagerung des Motors auf Gummifedern, vollständige Verschalung des Motors und Auspuffschalldämpfer wurde erreicht, daß die Erschütterungen und Geräusche in der Zentrale sehr gering sind und trotz der unmittelbaren Nähe der Fahrgasträume daselbst nicht unangenehm bemerkt werden.

Für die Konstruktion der beiden Generatoren war unter Einhaltung der R.E.M. die Forderung nach möglichst geringem Gewicht maßgebend. Das Kurbelwellengehäuse des Dieselmotors ist zum unmittelbaren Anflanschen des Generators ausgebildet und das antriebseitige Ankerwellenende in einem balligen Einstellring im Kurbelwellenflansch

a Generator
b Zylinderhauben des Dieselmotors
c Einspritzpumpe, Förderpumpe und Drehzahlregler
d Auspuff des Dieselmotors
e Gummipuffer
f Kühler
g Kühlwasserleitungen
h Durchlauferhitzer
i Schraubenlüfter
k Kühlluftführung
l Schalttafel für Motorüberwachung
m Hauptschalttafel für 220 V- und 24 V-Netz
n Kalt- und Warmwasserpumpen
o Lüftungsmotor für Fahrgasträume
p Kreisel-Mutterkompaß
q Umformer für Kreiselkompaß
r Schaltkasten für Kreiselkompaß
s Scheinwerfer
t Kabelwinde für Geschwindigkeitsmesser
u Schleuse und Einstieg zur Elektrozentrale

Mitte Schiff und Laufgang

Fahrtrichtung ⟶

Abb. 2. Grund- und Aufriß der Elektrozentrale.

gelagert. Erst durch diese Maßnahmen war es möglich, die Schwingungen im Motorrahmen weitgehend zu unterdrücken. Das Schwungrad ist als Lüfter ausgebildet. Die erforderliche Kühlluft wird durch ein Rohr von außerhalb der Schiffshülle angesaugt. Sie tritt auf Stromwenderseite in den Generator ein und strömt über Stromwender, Anker und Polgehäuse über den Lüfter am Schwungrad wieder

Abb. 3. Blick vom Motorenraum in den Schaltraum.

ins Freie. Die starre Kupplung des Generatorankers mit der Kurbelwelle ermöglicht die Heranziehung des Ankerschwungmoments und damit eine Verringerung des Schwungradgewichtes.

Für die Wicklungen wurde eine besondere hitzebeständige und tropenfeste Isolation verwendet. Zur Unterdrückung der Oberschwingungen sind die Ankernuten halb-

Abb. 4. Blick in die elektrische Zentrale (hinten ein Dieselsatz, links der Kreiselkompaß).

geschlossen und geschrägt, die Wendepol- und Hauptpolkerne geblättert. Die Wendepolwicklung ist in zwei Gruppen symmetrisch zum Anker geschaltet. Mit Rücksicht auf den Betrieb der Funkstation mußte die Entstörung für einen Wellenbereich von 16 m bis 20 000 m durchgeführt werden.

Wie im „Graf Zeppelin" erfolgt die Spannungsregelung der 225 V-Generatoren durch Kohledruck-Spannungsregler, über die hier bereits berichtet wurde[3]). Die Regelgenauigkeit beträgt ± 1 %.

Zwei vom Dieselmotor mittels Keilriemen angetriebene Gleichstromgeneratoren, 24/30 V, 400 W, 2500 U/min, in Parallelschaltung mit einer Bleiakkumulatorenbatterie von 105 Ah, dienen zur Stromversorgung der Anlasser und Glühkerzen der Dieselmotoren, der Instrumenten- und Notbeleuchtung sowie der umfangreichen Meß- und Signaleinrichtungen. Bei diesen Generatoren erfolgt die Spannungsregelung durch einen Vibrationsregler, in dem durch Zusammenwirken von Strom- und Spannungsspule eine nachgiebige Spannungsregelung bewirkt wird, die sich dem Ladezustand der Batterie anpaßt. Ein Umformer, 220/24 V, 3,2/10 A, 5500 U/min, sichert die Ladung der Batterie und speist das 24 V-Netz während der Liegezeit am Ankermast und in der Halle.

Abb. 5. Dieselmotor mit Generator.

Hauptschaltanlage.

Die Hauptschaltanlage besteht aus einer dreiteiligen Schalttafel in einer Größe von 1220 × 720 × 196 mm; der 220 V-Teil ist vom 24 V-Teil vollständig getrennt (s. Abb. 7). Die Stromverteilung auf die 225 V-Generatoren erfolgt in Gruppenwahlschaltung, d. h. Stromverbrauchergruppen können wahlweise auf einen der beiden Generatoren geschaltet werden (s. Abb. 8). Ein Thermostat trennt bei Überlast die weniger wichtigen und unterbrechungsunempfindlichen Stromverbraucher ab. Die 18 Stromkreise des 220 V-Netzes und die 6 Stromkreise des 24 V-Netzes sind durch zweipolige Selbstschalter mit thermischer Verzögerung geschützt. Erdschlußprüfer erleichtern die Wartung der Anlagen. Für die Liegezeit am Ankermast und in der Halle ist ein 220 V-Anschluß an das Landnetz vorgesehen.

Leitungsnetz.

Das Leitungsnetz ist zweipolig verlegt. Über 7000 m zwei- bis zwanzigadriges mit gerilltem Aluminiummantel geschirmtes Kabel in Querschnitten von 0,5 bis 35 mm² wurden benötigt. Die Leitungen für die einzelnen Stromkreise sind in den Dreieckstragern des Laufganges frei verlegt, und zwar befinden sich die 220 V-Leitungen unter der Laufplanke, während die Leitungen der 24 V-Anlage mit den Meß- und Signalleitungen in den Laufgang-Firstträgern untergebracht sind. Die wasserdichte Einführung der Kabel in die Armaturen erfolgt durch Kabelstopfbüchsen, in welchen ein Gummiring auf dem Aluminiummantel des Kabels dichtet. Der Aluminiummantel wird in der Stopfbüchse mit den Armaturen leitend verbunden.

Beleuchtungsanlage.

Die 220 V-Beleuchtung hat mit 190 Lampen von 15 bis 60 W einen Anschlußwert von 5,5 kW. Als Beleuchtungs-

[3]) ETZ 51 (1930) S. 1717.

körper sind fast restlos Deckenlampen eingebaut und im Laufgang ausschließlich blockierte Sicherheitslampen (Abb. 9), deren Glühlampen (Abb. 10) nur in spannungslosem Zustande ausgewechselt werden können. An die 24 V-Anlage sind 175 Lampen mit einem Verbrauch von 2 bis 20 W angeschlossen.

Abb. 6. Elektrischer Durchlauferhitzer.

Zur Beobachtung des überfahrenen Geländes, zur Geschwindigkeits- und Abtriftbestimmung sowie zur Beleuchtung des Landeplatzes ist ein Glühlampen-Scheinwerfer (Abb. 11) von 1400 mm Dmr. im Gondelboden der Elektrozentrale untergebracht und in Gummifedern gelagert. Von der Zentrale aus wird der Scheinwerfer je nach Höhenlage des Luftschiffes so eingestellt, daß die Bodenfläche senkrecht unter der Führergondel beleuchtet ist. Sieben in Reihe geschaltete Glühlampen (32 V, 600 W) (s. Abb. 12) und versilberte Glasspiegel von 400 mm Dmr. geben eine Lichtstärke von 5,7 Mill HK. Jede Lampe kann einzeln verstellt und mittels Mattscheibe und Fadenkreuz auf genaue Brennpunktlage überwacht werden; außerdem ist noch das Verändern der Brennpunktlage aller Lampen gemeinsam möglich. Die oben genannten Messungen können bei normaler Sicht mit diesem Scheinwerfer bis zu einer Höhe von rd. 1800 m ausgeführt werden.

Abb. 7. Hauptschalttafel.

Abb. 8. Grundschaltbild der elektrischen Anlage.

Bei den Lampen wurde auf eine sehr große Erschütterungsfestigkeit besonderer Wert gelegt. Die Lampen für Allgemeinbeleuchtung sind daher dreifach gehaltert, so

daß ein Zusammenschlagen der Wendel bei Erschütterungen unmöglich gemacht wird. Die Lampen sind für 25 W in 45 mm-Kolben (s. Abb. 10) und für 40 W in 50 mm-Kolben hergestellt; sie sind mit Swan-Sockel versehen. Für den Scheinwerfer finden Lampen 32 V/600 W für hängende Brennlage Verwendung. Auch hierbei ist auf eine besondere Erschütterungsfestigkeit der Lampen geachtet worden. Zur Erzielung einer guten Scheinwerferwirkung ist der Leuchtkörper sehr gedrängt angeordnet. Bei den Abmessungen Durchmesser mal Höhe von 9 × 14 mm hat die Lampe eine mittlere Leuchtdichte von mehr als 1200 Sb (s. Abb. 12).

Quecksilberschalter
Schaltergriff

Abb. 9. Blockierte Sicherheitslampe.

Rudermaschinen.

Die Rudermaschinen für das Seiten- und Höhensteuer befinden sich im Steuerraum der Führergondel und sind als kombinierte Hand- und elektrisch betriebene Rudermaschinen ausgebildet. Für das Seitenruder ist außerdem eine selbsttätige Steuerung vorgesehen. Die Abb. 13 gibt den Höhen- und Seitensteuerstand des Luftschiffes wieder.

Der an das Ruderwindengehäuse angeflanschte Elektromotor (*a*, Abb. 14) von rd. ⅓ PS Dauerleistung treibt über ein im Ruhezustand eben noch selbsthemmendes Schneckengetriebe (*b*) sowie ein Stirnradvorgelege (*d*), welches gleichzeitig als Kupplung zum Umsteuern von Hand- auf Motorbetrieb dient, die Handradwindenwelle (*e*), von wo die Übertragung mittels Ketten (*f*) und Seilzügen auf die Ausleger der Steuerflossen erfolgt. Der Motor ist vollkommen geschlossen ausgeführt und mit einem kräftigen Lüfter versehen, der die Kühlluft von außerhalb der Schiffshülle durch den Gondelboden ansaugt. Die Frisch- und Abluftaustrittsstellen sind so ausgebildet, daß auch in den Schaltpausen durch den Fahrwind eine Kühlung des Motors erfolgt. Drehzahl und Ankerschwungmoment sind, soweit es die Gewichtsverhältnisse zuließen, verringert, und die Überlastbarkeit des Motors ist weitgehend zur Überwindung der hohen Ruderkräfte in den Endlagen herangezogen. Die erforderliche Zeit zum Ruderlegen von 0 bis 20° beträgt rd. 10 s. Die Hauptstromkennlinie des Motors gewährleistet eine weitgehende Anpassung der Drehzahl an die Ruderbelastung. Eine schwache Nebenschlußwicklung sichert die Abbremsung des Nachlaufs. Durch zwei Schütze (k_1 und k_2) wird der Anker in der gewählten Richtung eingeschaltet und beim Abschalten über die Rückkontakte (*l*) der Schütze gebremst. Statt der sonst üblichen Selbstanlasser wurde ein konstanter Vorschaltwiderstand (*n*) verwendet.

Abb. 10. Lampe für Allgemeinbeleuchtung 220 V, 25 W.

Abb. 11. Scheinwerfer.

Abb. 12. Scheinwerferlampe 32 V, 600 W.

Zum Schutze des gesamten mechanischen Teils der Ruderanlage sowie zur Brechung der Belastungsstöße liegt zwischen der Schneckenradwelle und dem Stirnradvorgelege eine Drehmomentkupplung (*c*) mit hoher Torsionselastizität.

Für die Schaltung der Motoren wurde die auf dem Luftschiff „LZ 127“ vollbewährte Steuerungsart wegen ihrer großen Einfachheit übernommen; jedoch werden die

a Ruderwinde *b* Instrumentenbrett *c* Ballastschalttafel

a Ruderwinde
b Elektromotor
c Stützen für Ruderwinde
d Steuerkopf für das Selbststeuer
e Tochterkompaß mit Ruderlagenanzeiger
f Dreizeigergerät zur Nebellandung

Abb. 13. Der Höhensteuerstand (oben) und der Seitensteuerstand (unten) des Luftschiffes.

Schaltkontakte (*i*) nicht über Druckknöpfe, sondern über Stößel (*h*) von der Handradnabe (*g*) aus gesteuert, und der Rudergänger hat somit nur das ausgekuppelte Handrad einige Grad nach links oder rechts zu drehen, um den Rudermotor in der gewünschten Drehrichtung in Gang zu setzen. Diese Einrichtung beläßt den Rudergänger bei Hand- und elektrischer Steuerung in der günstigsten Stellung zu den zu beobachtenden Instrumenten.

Elektrische Küche.

Die elektrische Küche (s. Abb. 15) mit einem Anschlußwert von 12,6 kW enthält: Zwei Bratrohre 600 × 400 × 300 mm, ein Bratrohr 600 × 400 × 150 mit je 900 W Aufnahme für die Ober- und Unterhitze und vier Kochplatten von 350 mm Dmr. mit einem Verbrauch von je 1800 W mit eingebauten selbsttätigen Temperaturreglern, welche die Kochplattentemperatur im Leergang auf 300 °C begrenzen. Die Rohrheizkörper sind in die Siluminplatten eingegossen, wodurch eine besonders günstige Wärmeübertragung nach der Arbeitsfläche erreicht wird. Sämtliche Heizkörper können in den Stufen 1 : 2 : 4 geschaltet werden.

a Elektromotor
b Schneckengetriebe
c Drehmomentkupplung
d Stirnradvorgelege
e Windenwelle
f Ketten
g Handrad
h Stößelstange
i Schaltkontakte
k_1 Schütz für Bewegung nach B-B.
k_2 Schütz für Bewegung nach St-B.
l Bremskontakte
m Blockierungskontakte
n konstanter Vorschaltwiderstand

Abb. 14. Schaltanordnung der Rudermaschine.

Mit einem Anschlußwert von 0,126 kW je Person (beim „Graf Zeppelin“ 0,095) wird unter Ausschluß von Konserven für Fleisch und den größten Teil der Gemüse eine Verpflegung gegeben, die sich reichhaltig zusammensetzt. Der niedrige spezifische Verbrauch zeigt die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens, wobei das geschulte Küchenpersonal einen besonderen Einfluß hat.

Elektrische Warmwasserspeicher sind nicht vorgesehen, da die Warmwasserbereitung wirtschaftlicher im Kühlwasser der Dieselmotoren in der Elektrozentrale erfolgen kann.

Die Kühlanlage besteht aus einem Zweizylinderkompressor, der zusammen mit dem 0,5 kW-Elektromotor und dem luftgekühlten Kondensator auf einem Leichtmetallrahmen aufgebaut ist. Als Kältemittel wird Schwefeldioxyd benutzt. Die stündliche Kälteleistung bei — 10 °C Verdampfungstemperatur und einer Außenlufttemperatur von 25 °C beträgt 350 kcal.

Abb. 15. Die elektrische Küche.

Ein einfacher elektrischer Speiseaufzug für eine Höchstlast von 60 kg und eine Betriebsgeschwindigkeit von 0,4 m/s verbindet die Anrichte mit der Küche.

Durchlauferhitzer.

Elektrische Durchlauferhitzer (s. Abb. 6) mit einem Schiffsanschlußwert von 9 kW und einem Hallenanschlußwert von 12 kW sind vorgesehen zum Anwärmen des Kühlwassers und des Schmieröls für die Haupt- und Hilfsdieselmaschinen.

Lüfter.

Für die Belüftung und die Warmluftheizung der Fahrgasträume wird ein 1,8 kW-Lüfter und für die Entlüftung ein solcher von 1,5 kW verwendet.

Pumpen.

Für die Frischwasserversorgung werden zwei elektrische Pumpen mit einer Aufnahme von je 75 W benutzt, eine weitere dient zur Kühlung des Kreiselkompasses. Die Verteilung des anfallenden Abwassers in die im Laufgang befindlichen Abwasserfässer erfolgt durch eine Pumpe von 275 W Verbrauch.

Einrichtungen zur Führung des Schiffes.

Die Funkanlage.

Von besonderer Bedeutung für die Sicherheit des Luftverkehrs ist eine leistungsfähige und betriebssichere Funkanlage, die entsprechend dem hohen Fahrbereich des Luftschiffes von 12 000 km möglichst jederzeit die Verbindung mit der Leitstation sicherstellen kann.

Welchen außerordentlichen Umfang der Funkverkehr an Bord eines Luftschiffes annehmen kann, sollen einige Daten von den regelmäßigen Überfahrten des „Graf Zeppelin" nach Südamerika zeigen. Die meiste Zeit wird die Funkanlage vom Wetterdienst in Anspruch genommen. Morgens, mittags und abends wird je eine ausführliche Wetterkarte aufgenommen, die aus je rd. 6500 Zahlen und mehr besteht; darüber hinaus gehen täglich drei Sonderberichte von der Deutschen Seewarte ein (rd. 500 Worte), und schließlich werden von Dampfern je nach Wetterlage über 50 Meldungen auf einer Überfahrt eingeholt. Der übrige Funkverkehr verteilt sich auf Funkpeilungen, Positionsmeldungen beim Begegnen von Dampfern und den Telegrammverkehr für die Fahrgäste. Letzterer ist sehr schwankend; bei besonderen Anlässen sind jedoch 3000 Worte täglich keine Seltenheit.

Der Langwellensender (*a* in Abb. 16) hat eine Telegraphie-Oberstrichleistung von 200 W im Antennenkreis. Er ist zweistufig ausgeführt und mit einer Röhre RS 282 in der Steuerstufe und zwei Röhren RS 282 in der Endstufe bestückt. Die Anodenspannung der Endstufe beträgt 1000 V. Um die Leistung beim Tönendsenden und bei Telephonie zu erhöhen, wurde Anodenspannungs-Modulation vorgesehen. Dadurch erhält man bei 70prozentiger Modulation etwa 125 W modulierte Leistung. Der Modulator, der mit zwei Röhren RV 271 in der Endstufe bestückt ist, liefert eine NF-Leistung von etwa 50 W. Der Wellenbereich des Senders geht von 113 bis 577 kHz (2660 bis 520 m) und ist in vier Grobstufen unterteilt. Der Steuer- und der Hauptsender sind auf Gleichlauf abgestimmt. Als Strahler dient eine zweidrähtige Hängeantenne von 2 × 120 m Länge mit einer Kapazität von etwa 1100 pF, die mittels einer ferngesteuerten Winde aus- und eingefahren wird. Zum bequemen Umsteuern enthält der elektrische Windenmotor zwei Feldspulen mit entgegengesetztem Wicklungssinn. Die Steuerung erfolgt durch Druckknopfschaltung (*f*) vom Empfängertisch aus, woselbst ein Ablesegerät (*g*) für die ausgegebene Antennenlänge angebracht ist. Zur Erleichterung des Gegensprechens bei Telephonie ist eine selbsttätige Trägersperre eingebaut, die den Steuersender beim Besprechen einschaltet und etwa ½ s nach Aufhören der Sprache abschaltet.

a Langwellensender
b Kurzwellensender
c Allwellenempfänger
d Kurzwellenantennenwinde
e Langwellenantennenwinde
f Druckknopfsteuerung der Antennenwinden
g Aushangmesser
h Anlaßschalter der Umformer
i selbsttätige Anlasser und Überstromschalter
k Prallanzeiger- und Peilkontrollampe

Abb. 16. Die Funkstation des „LZ 129".

Der Kurzwellensender (Abb. 17 und *b* in Abb. 16) hat dieselben Leistungen und Modulationseinrichtungen wie der Langwellensender. Zur Erzielung einer guten Frequenzkonstanz ist er dreistufig aufgebaut. Die Steuerstufe schwingt auf der halben Betriebsfrequenz und ist mit einer Röhre RS 282 bestückt. Die Anodenspannung dieser Stufe wird mit einem Glimmstabilisator konstant gehalten. Die zweite Stufe enthält eine Schirmgit-

terröhre RS 291 und dient als Frequenzverdoppler und Trennstufe. Die Endstufe ist, wie der Langwellensender, mit zwei Röhren RS 282 versehen. Der in zwei Grobstufen unterteilte Wellenbereich des Senders geht von 4100 bis 17 100 kHz (73 bis 17,5 m). Zur Verteilung dienen in allen drei Stufen gleiche Schleifvariometer, die auf Gleichlauf gebracht sind und mit einem gemeinsamen Antrieb betätigt werden. Da im Steuersender nur Baustoffe mit geringem Temperaturkoeffizienten verwandt sind, beträgt die gesamte Frequenzverwerfung auf der kürzesten Welle etwa 1000 Hz. Zur Überwachung und Korrektur der Eichung bei Röhrenwechsel ist ein Frequenzkontrollgerät eingebaut, das mit einem Resonanzquarz arbeitet. Als Strahler dient eine λ/4 - Hängeantenne, deren Länge mit einer ferngesteuerten Winde (*d*, Abb. 16) der Betriebswelle entsprechend wie beim Langwellensender eingestellt wird.

Die Hauptverkehrswellen des Luftschiffes sind 18, 24, 36, 52, 600, 900 und 2100 m.

Abb. 17. Schaltung des Kurzwellensenders.

Die für vorbeschriebene Sender notwendigen elektrischen Leistungen werden für die Heizung je einem Einankerumformer mit 154 W bei 14 V und für die Anoden je einem Einankerumformer mit 450 W bei 1000 V; 105 W 700 V (50 VA Einphasenwechselstrom, 495 V, 120 Hz) entnommen, die wahlweise auf den einen oder den anderen Sender geschaltet werden können. Die Umformersätze sind hoch- und niederfrequenzmäßig durch ausreichende Siebmittel entstört.

Zum E m p f a n g im Lang- wie im Kurzwellenbereich dienen zwei gleiche Zweikreis-Vierröhren-Geradeaus-Empfänger (*c*) mit Einknopfbedienung. Der Frequenzbereich der Geräte gestattet, alle Wellen im Bereich von 20 000 bis 15 kHz (15 m bis 20 000 m) einzustellen. Der Frequenzbereich ist in zehn Grobstufen unterteilt, wobei ein Spulenwechsel von Hand durch eine Revolvereinrichtung vermieden wird. Eingangsseitig sind die Empfänger über einen Kondensator mit Glimmlampe an die Senderantenne angeschaltet.

Die F u n k n a v i g a t i o n s einrichtung. — Zur Vornahme von Funkpeilungen und Zielfahrten sowie zur Durchführung der Landung bei unsichtigem Wetter ist das Schiff mit einem Zielfahrt-Peilempfänger und mit zwei Zielfahrtempfängern ausgerüstet.

Im einzelnen setzt sich die Einrichtung aus folgenden Bauteilen zusammen (siehe Abb. 18):

1 großer drehbarer Peilrahmen mit Antrieb,
1 kleiner drehbarer Peilrahmen mit Antrieb,
1 Zielfahrt-Peilempfänger (*A*), Wellenbereich 165 bis 1000 kHz (1800 bis 300 m),
2 Zielfahrt-Empfänger (*B* und *C*), Wellenbereich 150 bis 375 kHz (2000 bis 800 m),
2 Hilfsantennen,
Stromquellen zur Speisung der Geräte,
2 Zielkursanzeige-Instrumente.

Der große Peilrahmen hat einen mittleren Durchmesser von 700 mm, seine Wicklung ist über einen Zwischentransformator mit dem Peilempfänger *A* und dem Zielfahrt-Empfänger *B* verbunden. Zur Verminderung der Funkbeschickungswerte sind an den Rahmen zwei feststehende Kompensationsringe angekoppelt.

Der kleine Peilrahmen hat einen mittleren Durchmesser von 420 mm. Zur Verminderung der Funkbeschickungswerte ist er ebenfalls mit zwei feststehenden Kompensationsringen gekoppelt.

Der Zielfahrt-Empfänger (*A*) dient während der Fahrt zur Ansteuerung von Zielsendern oder zu Standortsbestimmungen durch Peilung von Sendern, deren geographische Lage bekannt ist. Die beiden Zielfahrt-Empfänger (*B* und *C*) werden grundsätzlich nur zur Schlechtwetterlandung benötigt.

Die Speisung der Empfänger erfolgt über Umformer aus dem 24 V-Bordnetz. Die Ausgänge der drei Empfänger sind auf drei getrennte Meßwerke geschaltet, aus deren Anzeige die Lage des Schiffes zu den Leitsendern der Bodenorganisation ersichtlich ist.

Abb. 18. Schema der Funknavigationsausrüstung.

Echolot.

Das Echolot dient zur Bestimmung der Höhe des Luftschiffes über Grund, ferner zur Korrektion der barometrischen Höhenmesser und zum genauen Auswiegen des Luftschiffes vor der Landung.

Die Ermittelung der Fahrhöhe des Luftschiffes nach dem Echoverfahren beruht auf der Messung der Laufzeit eines vom Luftschiff abgegebenen Schallimpulses für den Weg: Schallsender am Luftschiff–Grund–Echoempfänger am Luftschiff. Aus dieser Laufzeit ergibt sich die genaue Fahrhöhe unter Berücksichtigung der Einbauorte von Sender und Empfänger sowie der Eigengeschwindigkeit des Luftschiffes, der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit.

Als Schallsender wird eine Druckluftsirene benutzt, die einen kurzen Tonstoß (etwa 20 Schwingungen Länge) einer genau festgelegten Frequenz (etwa 1800 Hz) aussendet. Die Bündelung des Schalles erfolgt durch einen Paraboltrichter, wodurch die unerwünschte Strahlung in waagerechter Richtung aufgehoben und eine Belästigung der Fahrgäste vermieden wird. Der Betriebsdruck der Sirene kann je nach Lothöhe zwischen 4 und 10 atü gewählt werden. Die erforderliche Druckluft wird von den Kompressoren der Antriebsmotoren des Luftschiffes geliefert. Der Luftverbrauch je Lotung beträgt bei 10 atü ungefähr 45 l. Ein Fliehkraftregler dient zur Konstanthaltung der Drehzahl des antreibenden 220 V-Elektromotors.

1, 2 Topfmagnete — *3* Achse — *4* Kopplungsscheibe — *5* Zeiger — *6-7* Sendekontakt — *8-9* Schleifkontakte — *7-10* Relaiskontakt — *11-12* Zahnradgetriebe — *13* Motor — *14* Empfänger — *15* Verstärker

Abb. 19. Schematische Darstellung des Echolots.

Das zum Empfang des Echos dienende Gerät ist auf die Tonfrequenz der Sirene abgestimmt; dadurch leidet der Echoempfang unter dem Motoren- und Propellergeräusch erheblich weniger, denn die verwendete Tonfrequenz liegt oberhalb des Frequenzbereiches dieser Störer. Der im Empfänger erzeugte Wechselstrom wird auf einen Zweiröhrenverstärker geleitet.

Das Anzeigegerät (Kurzzeitmesser) besitzt einen Meßbereich bis 500 m. Seine Wirkungsweise ist in Abb. 19 dargestellt. Das Gerät besteht aus den Topfmagneten *1* und *2*, von denen *2* drehbar auf der Achse *3* angeordnet ist, während *1* feststeht. Der Magnet *2* befindet sich dauernd in gleichförmigem Umlauf; der Antrieb erfolgt durch den Motor *13* über ein Zahnradgetriebe *11-12*, die Stromzuführung zum Magneten über Schleifkontakte *8-9*. Zwischen den beiden Ringmagneten befindet sich die axial verschiebbare und drehbare Kopplungsscheibe *4* auf einer Achse mit dem Zeiger *5*. Beide Elektromagnete werden von Ruhestromkontakten gesteuert. Der im Stromkreis des Stehmagneten liegende befindet sich im Schalltrichter der Sirene (*6-7*), der des Drehmagneten wird durch ein Relais im Anodenstromkreis des Empfangsverstärkers *15* betätigt (*7-10*). Vor Beginn der Messung wird die Scheibe *4* von dem Stehmagneten festgehalten, da das Feld des Drehmagneten wegen der größeren Entfernung nicht wirksam ist. Der Zeiger *5* ist dann in der Nullstellung. Die kurzzeitige Unterbrechung der Erregung des Stehmagneten, die der ausgesandte Tonstoß über den Kontakt *6-7* bewirkt, genügt, daß die Scheibe *4* vom umlaufenden Magneten *2* angezogen wird und auch nach Wiederherstellung des Feldes des Stehmagneten ohne jedes Gleiten haften bleibt.

a Umformerschutzschalter — *b* Selbstanlasser — *c* Verstärker — *d* Wendemotor — *e* Wechselstromgeber

Abb. 20. Schaltkasten des Kreiselkompaß.

Bis zu dem Augenblick, wo der von der Erde zurückgeworfene Schall den Empfänger *14* erregt und über den Verstärker *15* den Relaiskontakt *7-10* auslöst, dreht sich also der Zeiger *5* auf der Skala; durch die kurzzeitige Unterbrechung des Kontaktes *7-10* schnellt die Scheibe an den Stehmagneten zurück und der Zeiger bleibt stehen. Der inzwischen beschriebene Drehwinkel des Zeigers ist das Maß für die Laufzeit und damit für die Fahrhöhe. Nachdem der Zeiger auf dieser Anzeige einige Sekunden zur Ablesung stehengeblieben ist, kehrt er durch die Steuerung des Schaltwerkes wieder in die Nullage zurück. Der Lotvorgang wiederholt sich auf diese Weise in regelmäßigen Abständen von 7,5 s.

An Lothöhe werden über Wasser mehr als 500 m erreicht; über Wald und bewachsenem Boden geht die Reichweite auf etwa 450 m zurück.

Der Schallsender befindet sich seitlich des Laufganges im vorderen Teil des Schiffes 20 m von der Führergondel entfernt, der Empfänger 17 m hinter der Führergondel, nahe den Fahrgasträumen. Das Anzeigegerät ist im Führerraum angebracht, gut sichtbar vom Höhensteuerstand (*c* in Abb. 24).

Kreiselkompaß.

Als eines der wichtigsten Navigationsinstrumente ist der Kreiselkompaß zu nennen, der in seiner neuzeitlichen Ausführung als sogenannter Feinmeß-Kugel-Kompaß zugleich eine der interessantesten elektrischen Anlagen auf dem Luftschiff darstellt[4]).

[4]) Eine physikalische Beschreibung der Nordweisung des Kompasses muß aus Raummangel unterbleiben; es sei dabei verwiesen auf Meldau-Steppes: Lehrbuch der Navigation; Bremen 1935.

Der in einem Gehäuse ohne Federung nur in Schiffsrichtung pendelnd aufgehängte Kessel des Mutterkompasses ist zusammen mit dem Schaltkasten (Abb. 20), der alle Schalteinrichtungen der Anlage in sich vereinigt, in der Elektrozentrale untergebracht (s. Abb. 2 u. 4). Hier befindet sich auch der an das 220 V-Netz angeschlossene Gleichstrom-Drehstrom-Einankerumformer, der mit seinem Lüfter die erforderliche Frischluft durch den zum Kompaßkühlsystem gehörenden Kühler von außerhalb der Schiffshülle ansaugt.

Die vollkommen dicht verlötete und zur Verringerung der Reibung mit Wasserstoff gefüllte Kreiselkugel (s. Abb. 21 a) enthält die zwei mechanisch miteinander

a_1, a_2 Kreiselgehäuse b Blasspule

Abb. 21 a. Kreiselkugel.

Abb. 21 b. Steuerkompaß mit Ruderlagenanzeiger.

Abb. 21 c. Funkpeiltochter.

gekuppelten Kreiselgehäuse. In ihnen sind die mit etwa 20 000 U/min laufenden Kreisel gelagert, zu deren Antrieb der Umformer Drehstrom von 120 V, 333 Hz liefert. Der innenliegende Ständer trägt die in Sternschaltung ausgeführte Wicklung, während der 2,2 kg schwere Kreisel mit eingepreßtem Läufer als Kurzschlußläufer ausgeführt ist und ein Trägheitsmoment von 50 000 gcm² hat.

Die aus Messingblech bestehende und mit Hartgummi überzogene Kreiselkugel besitzt am Äquator ein breites Halbband *a* (s. Abb. 22) und zwei schmale Streifen *b* aus Graphit, die leitend mit dem Messingblech der Kugelwandung in Verbindung stehen. Von zwei isoliert aufgebrachten Graphitpolkappen *c* und *d*, die oben und unten an der Kugel befestigt sind, geht je eine leitende Verbindung ins Kugelinnere. Die drei Phasen der beiden Kreiselständer *e* und *f* sind an diese Polkappen und das Äquatorband angeschlossen.

Die Kreiselkugel *g* schwebt umgeben von einer Hüllkugel *h* in der mit Salizylsäure leitend gemachten Tragflüssigkeit des Kompaßkessels. Die Hüllkugel besitzt zwei Polkappen *i* und *k* und zwei schmale Äquatorbänder *l* und *m*, die den entsprechenden Belegen der Kreiselkugel gegenüberliegen, und dazu noch drei Kontaktstücke n_1, n_2 und n_3. Alle Belege und Kontaktstücke sind über die Tragarme (Spinnbeine) der Hüllkugel an Schleifringe geführt.

Die Stromführung geht vom Umformer über Sicherungen und die drei Strommesser im Schaltkasten zu den Schleifringen, dann über die Tragarme der Hüllkugel zu ihren Polkappen bzw. ihren Äquatorbändern. Von hier treten die Ströme aller drei Phasen durch die Tragflüssigkeit auf die gegenüberliegenden Polkappen bzw. Äquatorhalbbänder der Kreiselkugel und damit zu den Anschlüssen der Kreiselständer über. Der durch die Flüssigkeit zwischen den einzelnen Polkappen und den Äquatorbändern übertretende Verluststrom bleibt dabei gering.

Um die Kreiselkugel genau in der Mitte der Hüllkugel schwebend zu halten, wird die abstoßende und zentrierende Kraft des Streufeldes einer im unteren Teil der Kugel eingebauten Blasspule *o* (bzw. *b* in Abb. 21a) benutzt. Ein Kühlsystem im Innern des Kompaßkessels hält die Temperatur auf 38 ° C.

Den beiden um 180 ° räumlich versetzt in der Äquatorebene der Hüllkugel angebrachten Wendekontakten n_1 und v_2 werden über das Äquatorhalbband *a* der Kreiselkugel zwei Ströme zugeführt, die gegensinnig je eine Hälfte der Primärwicklung eines Übertragers durchfließen, wobei sich ihre Amperewindungen je nach der Stellung der Wendekontakte zum Äquatorhalbband der Kreiselkugel ganz oder teilweise aufheben. Von der Mitte der Übertragerprimärspule fließen beide Ströme gemeinsam wieder ab. Die Sekundärseite des Übertragers ist über einen Verstärker und einen Kondensator an die eine Phase (Wendephase) eines Zweiphasen-Asynchronmotors (Wendemotor) angeschlossen, dessen andere Phase von einer Kreiseldrehstromphase gespeist wird.

Im Ruhezustand steht die Hüllkugel mit ihren Wendekontakten symmetrisch zum Äquatorhalbband der Kreiselkugel. Jede Kursänderung verdreht die Hüllkugel gegen die im Azimut feststehende Kreiselkugel, wobei die Flüssigkeitsübergangswiderstände unter den Wendekontakten und damit auch die Ströme der beiden Stromzweige im Übertrager ungleich werden. In der Sekundärspule wird dadurch eine EMK induziert, die in Größe und Richtung von der Kursänderung des Schiffes abhängig ist. Diese sekundäre Spannung wird der Wendephase des Wendemotors zugeführt, der je nach ihrer Größe und Phasenrichtung schnell oder langsam, links oder rechts umläuft und über einen vom Umformer mit 80 V, 111 Hz gesondert gespeisten Wechselstromgeber und -empfänger (Nachdrehmotor) die Hüllkugel mit ihren Wendekontakten wieder in die Normalstellung zur Kreiselkugel dreht.

Ein in den Stromkreis der Wendekontakte eingebautes und vom Anodenstrom des Verstärkers gesteuertes Relais sorgt bei Ausfall der Röhre dafür, daß die Anlage unverstärkt weiter betriebsfähig bleibt.

Zur Beseitigung des kleinen Ölrestfehlers beim Drehkreisfahren des Schiffes dient ein Abschlußventil *p*, das über einen Dämpfungsschalter und das zwischen den Äquatorbändern der Hüllkugel befindliche Kontaktstück n_3 magnetisch betätigt wird.

In den Tochterkompassen drehen parallel zum Nachdrehmotor angeschlossene Wechselstromempfänger die Gradrosen synchron mit der Hüllkugel nach.

a	breites Äquatorhalbband	l, m	zwei schmale Äquatorbänder der Hüllkugel
b	schmale Äquatorhalbbänder	n_1, n_2	Wendekontakte
c	obere Polkappe der Kreiselkugel	n_3	Kontakt für Dämpfungsschalter
d	untere Polkappe der Kreiselkugel	o	Blasspule
e, f	Kreiselständerwicklungen	p	Magnetspule des Dämpfungsschalters
g	Kreiselkugel		
h	Hüllkugel		
i	obere Polkappe der Hüllkugel		
k	untere Polkappe der Hüllkugel		

Abb. 22. Schaltung der Kreiselkompaßanlage.

An Tochterkompassen sind in der Führergondel angeschlossen: Ein Steuerkompaß (s. Abb. 21 b) mit eingebautem Ruderlagenanzeiger, eine Funkpeiltochter (Abb. 21 c), welche in die mit einem Handrad versehene Seilscheibe der Peilrahmenbedienung eingebaut ist. Die Seilscheibe betätigt gleichzeitig den durch die Rosenachse geführten Zeiger für die Funkpeilung. Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung ist die Möglichkeit, rechtweisende Kompaßpeilung nehmen zu können, und durch eine auf die Mitte des Tochterkompasses aufgesetzte Dosenlibelle ist der Peilende in der Lage, unter Beachtung von Schiffsbewegung und Neigung den geeigneten Augenblick der Peilung zu wählen. Der Peilende muß über die jeweilige Neigung des Luftschiffes unterrichtet sein, denn es wird durch das Feld des gepeilten Senders als Dipol erregt und strahlt auf den Peilrahmen zurück. Diese Wirkung ändert sich nach Größe und Vorzeichen mit den Schiffsneigungen.

Drei Peiltochterkompasse sind, wie auch aus der Schaltung, Abb. 22, hervorgeht, auf der B.-B.- und der St.-B.-Seite sowie im Heck der Führergondel eingebaut.

Drehzahl- und Fahrtmessung.

Zur Überwachung der Drehzahl der Hauptmotoren im Luftschiff haben sich die Zungentachometer als die zuverlässigsten erwiesen. Bei einer Fehlergrenze von ± 0,2 % vom Sollwert verbinden diese Geräte eine gute Genauigkeit und hohe Unempfindlichkeit mit dem besonderen Vorteil des Wegfalls jedes unübersehbaren Fehlereinflusses. Die Betriebsverhältnisse an Bord erfordern eine Ablesemöglichkeit von 5 U/min.

a Drehzahl- und Fahrtmesser c Prallanzeigerlampe
b Lautfernsprecher d blockierte Sicherheitslampe

Abb. 23. Ingenieurraum.

Die sechspoligen Wechselstromgeber mit permanenten Magneten sind für die Drehzahlmessung unmittelbar an die Dieselmotoren angeflanscht. Für die Fahrtmessung ist ein Wechselstromgeber mit Windmotorantrieb vorgesehen. Dieses Gerät besitzt windschnittige Verkleidung, Stabilisierungsflächen und einen reichlich bemessenen Windmotor; es wird unter der Elektrozentrale in den ungestörten Luftstrom ausgelassen.

Eine einfache federnde Aufhängung der Zungenfrequenzmesser und die Wahl eines geeigneten Frequenzbereiches ermöglichten die Verwendung der an sich wohl erschütterungsempfindlichen Zungenfrequenzmesser in unmittelbarer Nähe der 1200 PS-Dieselmaschinen. Für den Ingenieurraum (a in Abb. 23) und die Führergondel, wo auf die federnde Aufhängung verzichtet werden konnte, sind 82zungige Instrumente vorgesehen, wobei eine Zunge einen Drehzahlbereich von 10 U/min (bzw. einen Fahrtbereich von 0,21 m/s) deckt. Diese beiden Instrumente besitzen für die Drehzahl- und Fahrtmessung ein gemeinsames Meßwerk, aber getrennte Skalen.

Der untere Fahrtbereich wird mittels eines auf Schiffsgeschwindigkeit geeichten Voltmeters in der üblichen Weise erfaßt, wobei eine Blockierung die gleichzeitige Schaltung beider Anzeigeinstrumente auf den Geschwindigkeitsgeber verhindert.

Ballastkontrolle.

Die elektrischen Kontrolleinrichtungen für die Ballastanlage umfassen:

Sechs fernanzeigende Wasserstandsanzeiger für die 2500 l fassenden Ballastwasserfässer. Die Fernübertragung der Anzeige der Schwimmeruhren erfolgt mit Ferngebern und Kreuzspulinstrumenten.

a Prallanzeige-Kontrollampen b Kreuzspulgeräte der Feindruckmesser c Anzeigegerät für Echolot

Abb. 24. Gaskontrolle und Echolot.

Acht Ballasthosen - Kontrollvorrichtungen (Abb. 13 oben), bei welchen der Wasserdruck der gefüllten Hose auf die Gummistoffhülle einen Kontakt betätigt und die Kontrollampen auf der Schalttafel zum Aufleuchten bringt.

Zwei Fesselkraftmesser mit Fernübertragung zeigen die Kräfte am Ankermast und am Gondelwagen an.

Die Wasserstandsanzeiger, die Ballasthosen-Kontrolllampen und die Anzeigeinstrumente der Fesselkraftmesser liegen sinnbildlich angeordnet in dem Schiffsbild der Ballastschalttafel (Abb. 13 oben) am Höhensteuerstand in der Führergondel.

Gaskontrolle.

Zur Gaskontrolle befindet sich an jeder der Gaszellen ein Prallanzeiger und ein Feindruckmesser, welche beide nach dem Prinzip der Tellerwaage gebaut sind. Die Prallanzeiger sprechen an, wenn am tiefsten Punkt der Zellen ein Überdruck von 1 mm WS vorhanden ist, und betätigen Signaleinrichtungen am Höhensteuerstand, im Ingenieurraum (*c* in Abb. 23), Funkraum (*k* in Abb. 16) und in der Elektrozentrale. Die Feindruckmesser zeigen den Füllzustand der Gaszellen an.

Die Prallanzeige-Kontrollampen und die Profil-Kreuzspulmeßgeräte der Feindruckmesser sind unter der Gasschalttafel in einem Schiffsbild sinnbildlich zu den Zügen angeordnet (Abb. 24).

Temperaturmessung.

Eine vordere und eine hintere Gaszelle enthalten je ein Widerstandsthermometer; ebenfalls sind zwei solcher Thermometer vor dem Bug der Führergondel zur Messung der Außenlufttemperatur angebracht. Wahlweise kann an dem Kreuzspulinstrument am Höhensteuerstand die Außenlufttemperatur oder die für den Auftrieb maßgebende Differenztemperatur zwischen Gas und Luft abgelesen werden.

Abb. 25. Schaltbild der Fernsprechanlage.

Sämtliche Kontrollinstrumente in der Führergondel erhalten eine sorgfältig abgedeckte und regelbare Skalenbeleuchtung, die aus dem 24 V-Netz gespeist wird.

Fernmeldeanlagen.

Fernsprecher.

Die Fernsprechanlage ist an das 24 V-Netz angeschlossen und in Zweileiter-Linienwählerschaltung ausgeführt (s. Abb. 25). Die Anlage umfaßt 14 Sprechstellen: Bug, Kommandantenraum, Funkraum, Offiziersmesse, Steward, Elektrische Zentrale, Hinterer Mannschaftsraum, Mast, Fahrgastraum, Küche, Ingenieurraum (*b* in Abb. 23), Heck oder Gondelwagen (umschaltbar) und zwei Reservesprechstellen.

Die Zentrale (Abb. 26) ist im Navigationsraum der Führergondel eingebaut. Alle Sprechstellen sind an diese angeschlossen. Mit Hilfe von eingebauten Linienwählern stellt die Zentrale die gewünschten Verbindungen her. Die Sprechstelle Heck oder Gondelwagen ist jedoch von den anderen völlig getrennt und daher vom Verkehr mit ihnen ausgeschlossen. Für diese Verbindung ist ein besonderer Handfernsprecher am Linienwähler vorgesehen. Dadurch wird erreicht, daß die für Landung und Aufstieg des Luftschiffes so wichtige Verbindung zwischen Heck und Führergondel jederzeit frei ist, und gleichzeitig mit Hilfe des zweiten Handfernsprechers Gespräche mit den anderen Stationen geführt werden können. Ferner ist die gleichzeitige Besprechung und die Signaldurchgabe an mehrere Stationen möglich.

Abb. 26. Fernsprechzentrale.

Die Einsprechöffnung für das Mikrophon ist möglichst klein gehalten, damit Nebengeräusche nur in geringem Maße zum Mikrophon gelangen können. Ein kleines Filter im Einsprechschlitz gewährleistet noch eine weitere Geräuschdämpfung.

An weiteren elektrischen Fernmeldeeinrichtungen sind vorhanden:

Eine Rufanlage mit Beruhigungslampe und Leitlampen in den Gängen für die 25 Fahrgastkabinen,

eine Zentraluhrenanlage mit elektromagnetischem Aufzugs- und Fortschaltwerk für Minutenschaltung und mit einer besonderen Fortschalteinrichtung zum raschen Verstellen der Nebenuhren,

eine Feuersignaleinrichtung, welche beim Abnehmen eines der Feuerlöscher aus seiner Halterung in der Führergondel und im Ingenieurraum Signale auslöst.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Zuständigkeit des Reichswirtschaftsministers nach dem Energiewirtschaftsgesetz vom 13. Dezember 1935 und ihr Verhältnis zu den ordentlichen Gerichten und Verwaltungsbehörden.

Von Rechtsanwalt Dr. **Gustav Aßmann VDE**, Berlin.

620. 9 : 34 (43)

Man könnte dem am 13. Dezember 1935 erlassenen Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft[1]) mit gewissem Recht die Überschrift geben: „In Sachen der Energiewirtschaft alle Macht dem Reichswirtschaftsminister!“ Gleichwohl wirken außer ihm bestimmend und entscheidend ordentliche Gerichte und Verwaltungsgerichte, sowie dem Minister nachgeordnete Behörden und Stellen bei der Handhabung und Ausführung des genannten Gesetzes mit. Es überwiegt aber hierbei die Fülle der dem Reichswirtschaftsminister vom Gesetzgeber übertragenen Befugnisse und Zuständigkeiten beträchtlich die den Gerichten und Behörden verbliebenen oder durch das Gesetz eingeräumten bzw. durch den Reichswirtschaftsminister übertragenen Befugnisse und Zuständigkeiten. Dieser Umstand erklärt sich aus der Natur des Energiewirtschaftsgesetzes als eines Verwaltungsgesetzes und aus der Führerstellung, die dem Reichswirtschaftsminister in voller Absicht vom Gesetzgeber für die Energiewirtschaft eingeräumt worden ist. Dabei ist allerdings auch Vorsorge dafür getroffen worden, daß die vom Reichswirtschaftsminister zu handhabende Führung und Leitung der Energiewirtschaft im Einvernehmen mit den übrigen Zentralstellen der Reichsregierung erfolgt. Dies gilt für Anordnungen und Eingriffe, die zugleich in den Geschäftsbereich anderer Reichsministerien oder Reichsstellen fallen. Soweit Belange der Energieversorgung der Gemeinden und Gemeindeverbände berührt werden, übt der Reichswirtschaftsminister die Aufsicht im Einvernehmen mit dem Reichsminister des Innern in seiner Eigenschaft als Kommunalaufsichtsbehörde aus.

Das Gesetz gibt dem Reichswirtschaftsminister die Befugnis zu den einschneidendsten Maßnahmen wie Beanstandung und Untersagung von beabsichtigten Bauvorhaben, wobei die Grenze dahin gezogen ist, daß Gründe des Gemeinwohls die Maßnahmen des Ministers erforderlich machen müssen. Darüber hinaus kann der Reichswirtschaftsminister Energieversorgungsunternehmen den Betrieb ganz oder teilweise untersagen, wenn diese sich als zur Erfüllung ihrer Versorgungsaufgaben außerstande erweisen oder die ihnen gesetzlich obliegenden Verpflichtungen nicht erfüllen. Der Reichswirtschaftsminister kann ferner einem anderen Versorgungsunternehmen die Verpflichtung auferlegen, das Unternehmen, dem der Betrieb untersagt ist, mit allen Rechten und Pflichten unter Eintritt in die bestehenden Energieversorgungsverträge zu übernehmen. Das Maß der hiernach auf das beauftragte Unternehmen übergegangenen Rechte und Pflichten bestimmt der Reichswirtschaftsminister endgültig. Eine Anrufung der Gerichte gegen die Entscheidungen des Ministers ist nicht zulässig, da das Gesetz im § 8 Abs. 2 Satz 2 ausdrücklich von einer e n d g ü l t i g e n Feststellung „im Streitfalle“ spricht. Hier hat also der Reichswirtschaftsminister richterliche Befugnisse auf dem Gebiete des bürgerlichen Rechts. Er kann dabei auch konstitutive Entscheidungen erlassen, indem er z. B. das beauftragte Unternehmen in den Gebrauch der Energieanlagen vorläufig einweist, also eine regelrechte Besitzentscheidung trifft.

Der Reichswirtschaftsminister trifft auch die endgültige, also auch für die Gerichte und Verwaltungsbehörden maßgebliche Entscheidung darüber, ob und inwieweit ein Unternehmen als Energieversorgungsunternehmen im Sinne des Gesetzes anzusehen ist.

Dem Reichswirtschaftsminister steht ferner das Recht zu, die Zulässigkeit einer Enteignung von solchen Energieanlagen und Rechten am Grundeigentum anzuordnen, die von einer Betriebsuntersagung betroffen sind. Er kann aber auch allgemein die Zulässigkeit einer Enteignung feststellen, soweit sie für die Zwecke der öffentlichen Energieversorgung notwendig ist. Dagegen bleiben für das eigentliche Enteignungsverfahren, Planfeststellung und Entschädigungsfestsetzung, bis zum Erlaß eines besonderen Reichsenteignungsgesetzes die landesrechtlich hierfür bestimmten Verwaltungsbehörden, so in Preußen der Regierungspräsident und der Bezirksausschuß, weiterhin zuständig.

Weitere bedeutsame Eingriffe in das bürgerliche Recht kann der Reichswirtschaftsminister, und zwar auch mit rechtsgestaltender Wirkung, insofern vornehmen, als er die Tarife der Energieversorgungsunternehmen sowie die Energieeinkaufspreise der Energieverteiler wirtschaftlich gestalten kann. Er kann daher auch die Tarife abändern, erhöhen oder senken, wobei nach ausdrücklicher Gesetzesbestimmung seine Entscheidungen für Gerichte und Verwaltungsbehörden bindend sind, also nicht richterlicher Nachprüfung unterliegen. Das gleiche gilt für Anordnungen des Reichswirtschaftsministers, die von dem Grundsatz der jetzt gesetzlich eingeführten allgemeinen Anschluß- und Versorgungspflicht (Kontrahierungszwang) abweichen. Ebenso sind die ministeriellen Entscheidungen für Gerichte und Verwaltungsbehörden bindend, die zur Sicherstellung der Landesverteidigung getroffen werden. Auch hierbei etwa vom Minister festgesetzte Enteignungsentschädigungen unterliegen keinem weiteren Verfahren vor Gerichten und Verwaltungsbehörden.

An sich sind die ordentlichen Gerichte zuständig für Streitigkeiten zwischen Energieversorgungsunternehmen und Energieabnehmern, z. B. über Lieferung von Strom zu den bekanntgegebenen Bedingungen. Jedoch kann auch in diesen Fällen der Reichswirtschaftsminister die Entscheidung an sich ziehen, wenn er im Einzelfalle eine Ausnahme von der allgemeinen Anschluß- und Versorgungspflicht ausspricht.

Wir sehen hiernach, daß auf dem Gebiete des bürgerlichen und Prozeßrechts dem ordentlichen Gericht und auch dem Verwaltungsgericht nicht viel von ihrer Zuständigkeit geblieben ist. Eine absolute Zuständigkeit des ordentlichen Gerichts besteht nach dem Energiewirtschaftsgesetz eigentlich nur noch auf dem Gebiete des Strafrechts. Das Gesetz hat eine Reihe von Straftatbeständen eingeführt, die in engster Verbindung mit den den Energieversorgungsunternehmen obliegenden Aufgaben und von ihnen regelmäßig vorgenommenen Handlungen und Unterlassungen stehen. Hierher gehören unterlassene, unrichtige oder unvollständige Mitteilungen und Auskünfte, die vom Reichswirtschaftsminister oder den von ihm beauftragten Stellen verlangt werden, ferner Einfuhr von Elektrizität und Gas ohne die vorgeschriebene Genehmigung, Ausführung von Bauten, Stillegungen ohne ministerielle Genehmigung oder trotz Untersagung, Verletzung der Schweigepflicht durch Organe oder Beauftragte des Ministers. In allen diesen Fällen tritt die Strafverfolgung nur auf Antrag des Reichswirtschaftsministers ein, der den Antrag auch wieder zurücknehmen kann.

Abgesehen von dem Strafantragsrecht steht dem Reichswirtschaftsminister sowohl die Anwendung unmittelbaren Zwanges, wie die Festsetzung von Erzwingungsstrafen in unbegrenzter Höhe und von Ordnungsstrafen bis zu 10 000 RM bei Verstößen gegen das Energiewirtschaftsgesetz zu.

Der Reichswirtschaftsminister kann zur Vorbereitung seiner Entscheidungen den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft mit Aufträgen versehen und ihm die Befugnis zur Auskunfteinholung von den Energieversorgungsunternehmen über deren technische und wirtschaftliche

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 21.

Verhältnisse übertragen, und ferner die Versorgungsunternehmen zur Anzeigeerstattung von beabsichtigten Bauvorhaben und Stillegungen an den Führer der Reichsgruppe Energiewirtschaft anhalten. Die gleichen Befugnisse mit einigen Erweiterungen kann der Minister auch nachgeordneten Behörden übertragen.

Es ergibt sich aus dem Wesen des Energiewirtschaftsgesetzes als eines Rahmengesetzes, daß der Reichswirtschaftsminister die zur Durchführung des Gesetzes erforderlichen Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften erlassen und nötigenfalls auch Landesrecht abändern oder außer Kraft setzen kann.

Die Elektrizitätswirtschaft der Mandschurei.

621. 311. 1. 003 (518)

Übersicht. Ein Überblick über die Entwicklung und gegenwärtige Lage der mandschurischen Elektrizitätswirtschaft wird gegeben, unter besonderer Berücksichtigung der japanischen Werke in der Süd-Mandschurei.

Die großen Kohlenvorräte der Mandschurei, die auf 4,4 Mrd t geschätzt werden, sind dem Aufbau der mandschurischen Elektrizitätswirtschaft sehr günstig gewesen. Die Verwertung der Wasserkräfte des Landes zur Erzeugung elektrischer Arbeit ist noch nicht in Angriff genommen worden; die gebirgigen wasserreichen Landstriche im Osten, Norden und Westen, deren Leistungsfähigkeit mit etwa 1,5 Mill kW angegeben wird, liegen in den wirtschaftlich noch unentwickelten Teilen der Mandschurei. Immerhin wird ihnen in Zukunft für die Entwicklung der Energiewirtschaft eine beträchtliche Bedeutung zukommen; es sind in erster Linie die Flüsse Hunho, ein Nebenfluß des Yalu, der Oberlauf des Sungari sowie der Chingpo-See, die in diesem Zusammenhang zu nennen sind.

Das erste Elektrizitätswerk der Mandschurei wurde 1900 von den Russen in Dairen errichtet; eine zweite Station mit einer Leistungsfähigkeit von 120 kW erstand in der Festung Port Arthur. Auf diesen Grundlagen bauten die Japaner nach dem russisch-japanischen Krieg weiter. Bis 1907 wurde die Generatorenleistung des Werks in Dairen auf 750 kW und des Werks in Port Arthur auf 500 kW erhöht. Dazu kam im gleichen Jahr die Gründung der „Yingkow Water Supply and Electric Company" in Yingkow. 1910 wurden in diesen drei japanisch finanzierten und geleiteten Werken 6,0 Mill kWh erzeugt.

der großen japanischen Holdinggesellschaft, deren Aktien sich im Besitz der japanischen Regierung befinden und die auch den kontrollierenden Einfluß auf die „South Manchuria Electric Company" ausübt.

Die Gesamterzeugung der südmandschurischen Elektrizitätswerke belief sich 1932 auf 376 Mill kWh; davon entfielen auf Beleuchtung 47 Mill, auf elektrischen Bahnbetrieb 19 Mill und auf alle sonstigen Zwecke 310 Mill kWh.

In der Nordmandschurei ist die Elektrizitätswirtschaft noch unentwickelt, entsprechend dem rückständigen wirtschaftlichen Charakter des Landes. In erster Linie ist die 1919 von den Japanern gegründete „North Manchuria Electric Company" in Charbin zu erwähnen, deren Kapital 1,2 Mill Yen beträgt; die Jahreserzeugung dieses Unternehmens belief sich 1932 auf 6,7 Mill kWh. In Kirin wurde 1928 von der chinesischen Provinzialregierung die „Tienyeh Company" mit einem Kapital von 17,5 Mill Charbin-Yüan ins Leben gerufen, die im Januar 1930 in das „Electric Bureau of Kirin" umgewandelt wurde. Daneben gibt es noch eine Reihe kleiner chinesischer Betriebe, die sich der statistischen Erfassung entziehen. Die Gesamtzahl der chinesisch beeinflußten Werke beträgt etwa 70, ihre Gesamterzeugung 60 000 kW, das sind rund 30 % der in der Mandschurei gewonnenen elektrischen Arbeit.

Erst mit der Gründung des Mandschukuo-Staates ist in der Mandschurei eine planmäßige Elektrizitätspolitik möglich geworden. Sämtliche Werke sind der Kontrolle des neuen Industrieministeriums unterstellt worden. Gleichzeitig ist eine große Zahl bisher unabhängiger Betriebe in der „South Manchuria Electric Company" aufgegangen, die damit ihren Einfluß auf das ganze Land ausgedehnt hat. 1934 ist mit der „National Foundation Electric Company" in Hsinking ein neues Dachunternehmen geschaffen worden, in das im Laufe der nächsten Jahre sämtliche Elektrizitätswerke des Landes eingebracht werden sollen. Das Kapital dieser Gesellschaft beträgt 100 Mill Yüan (1 Yen = 0,84 RM Ende 1933, 1 Yüan = 0,85 RM). Reichelt.

Zahlentafel 1. Wirtschafts- und Betriebsfaktoren der wichtigsten südmandschurischen Elektrizitätswerke (1933).

Unternehmen		Eröffnet	Kapital (in Yen)	Generatorenleistung kW	Zusätzliche Leistung kW	Beleuchtung*) Brennstellen	Beleuchtung*) kW	Kraft*) Motoren	Kraft*) kW
Port Arthur Civil Administration Office		1907	—	2 000	1 800	24 874	638,2	1016	3 281,8
Dairen Main Office	South Manchuria Electric Comp.	1907	25 Mill.	47 000	—	275 916	9291,1	3681	27 801,9
Mukden Branch	South Manchuria Electric Comp.	1908	25 Mill.	800	10 000	82 402	2811,3	1144	8 441,9
Hsinking Branch	South Manchuria Electric Comp.	1910	25 Mill.	6 000	—	40 360	1497,7	536	5 098,9
Antung Branch	South Manchuria Electric Comp.	1908	25 Mill.	9 000	—	52 543	1711,3	495	7 537,0
Yingkow Electr. Co.	South Manchuria Electric Comp.	1908	2 Mill.	2 500	—	43 975	1011,7	285	1 588,8
Liaoyang Electr. Co.	South Manchuria Electric Comp.	1912	300 000	—	1 875	16 399	488,1	127	2 166,9
Tiehling Electr. Co.	South Manchuria Electric Comp.	1911	300 000	180	1 660	12 386	355,4	106	581,3
Kaiyuan Electr. Co.	South Manchuria Electric Comp.	1914	500 000	320	1 500	10 479	260,8	57	308,8
Ssupingkai Electr. Co.		1917	350 000	—	1 530	11 930	335,8	94	715,8
Fushun Colliery		1908	—	60 000	—	66 283	2906,3	1837	79 507,1
Penhsihu Colliery		1910	—	8 500	—	16 238	484,6	414	17 484,5

*) Die Angaben beziehen sich auf 1932.

Heute gibt es in der Südmandschurei, also dem Teil des Landes, der auch schon vor 1931 unter japanischem Einfluß stand, 24 Elektrizitätswerke mit einer Generatorenleistung von 136 830 kW. Davon sind vier Betriebe regierungseigene Unternehmungen, 18 sind Tochterunternehmungen der im Mai 1926 mit einem Aktienkapital von 25 Mill Yen gegründeten „South Manchuria Electric Company" und zwei stehen im unmittelbaren Betrieb der „South Manchuria Railway Company",

Energiewirtschaft.

621. 311. 1 : 31 **Die Stromversorgung Deutschlands im Jahre 1934.** — Die Ergebnisse der Betriebsstatistik des REV[1]) für das Jahr 1934 zeigen, daß der im Vorjahr begonnene Wiederaufstieg des Elektrizitätsbedarfes sich in verstärktem Maße fortgesetzt hat. Die Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke 1934 in Höhe von rd. 16,5 Mrd kWh bedeutet 1933 gegenüber eine Steigerung um mehr als 15 %. Bei Berücksichtigung der Stromgewinnung der gewerblichen Eigenanlagen betrug in Deutschland die gesamte Elektrizitätserzeugung rd. 30 Mrd kWh oder 440 kWh je Einwohner.

Die installierte Leistung der öffentlichen Elektrizitätswerke bezifferte sich auf 8,2 (gegen 8,4 i. V.) Mill kW.

Von der gesamten Leistung und Erzeugung der öffentlichen Werke entfielen 1934 auf:

Kraftquelle	Leistungsfähigkeit		Erzeugung	
	1000 kW	%	Mill kWh	%
Steinkohle	3 894	47,6	5 738	34,7
Braunkohle	2 736	33,5	8 207	49,6
Sonstige feste Brennstoffe	15	0,2	69	0,4
Dampfkraftwerke insges.	6 645	81,3	14 014	84,7
Laufwerke	409	5,0	1 735	10,5
Speicherwerke	1 015	12,3	736	4,4
Wasserkraftwerke insges.	1 424	17,3	2 471	14,9
Gas	5	—	4	—
Oel	119	1,4	46	0,3

Die unmittelbare Stromabgabe ist um 21 % auf 14,73 Mrd kWh gestiegen. Davon entfielen auf

56 675	Großverbraucher	10,27	(i. V 8,07)	Mrd kWh	= 69,8 % (66,4)
8 883 994	Städt. Kleinverbr.	2,23	(„ 2,05)	„ „	= 15,1 „ (16,9)
3 381 751	Ländl. Kleinverbr.	0,77	(„ 0,69)	„ „	= 5,2 „ (5,6)
519 077	Öffentl. Beleuchtung	0,13	(„ 0,13)	„ „	= 0,9 „ (1,1)
248	Elektr. Bahnen	1,33	(„ 1,21)	„ „	= 9,0 „ (10,0)

Dem Vorjahr gegenüber betrug der Zuwachs bei den Großverbrauchern rd. 27 %, den Kleinverbrauchern in Stadt und Land etwa 10 %, der öffentlichen Beleuchtung 4 % und für den Betrieb der elektrischen Bahnen 9 %. Von 13,9 Mill insgesamt vorhandenen Haushaltungen waren 11,5 Mill oder 83 % an das Stromversorgungsnetz angeschlossen.

Nachstehende Übersicht zeigt die Aufteilung der Stromerzeugung und unmittelbaren Abgabe auf die einzelnen Versorgungsgruppen; sie kennzeichnet die Besitzverhältnisse in der deutschen öffentlichen Elektrizitätswirtschaft. Die Erzeugung ist in Mrd kWh und in % der Gesamtgewinnung aller deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke, die unmittelbare Stromabgabe in % der gesamten unmittelbaren Nutzabgabe aller deutschen öffentlichen Werke angegeben.

	Erzeugung			Stromabgabe	
	1934		1933	1934	1933
	Mrd kWh	%	%	%	%
Reich und Länder	4,80	29,0	28,1	13,9	12,9
Gemeinden	2,28	13,8	13,9	24,0	25,5
Provinzen und Kreise	0,28	1,7	1,7	3,0	2,9
Sonstige Werke in öffentlicher Hand[2])	1,47	8,9	8,5	8,5	8,6
Öffentliche Hand insgesamt	8,83	53,4	52,2	49,4	49,9
Privatwerke	2,01	12,2	10,6	9,3	9,8
Gemischtwirtschaftl. Werke	5,69	34,4	37,2	41,3	40,3
	16,53	100,0	100,0	100,0	100,0

Die bisher vorliegenden Teilergebnisse des Jahres 1935 zeigen bereits, daß im letzten Jahr die Elektrizitätsversorgung weitere Fortschritte gemacht hat; es ist wiederum mit einer Verbrauchszunahme von etwa 15 % zu rechnen. *Al.*

621. 3. 003 : 621. 317. 8 **Benutzungsdauer- und Zimmertarife für Haushaltungen.** — Die Suche nach einer Haushalttariflösung, die beiden Seiten gerecht wird, hat die „Union Internationale des Producteurs & Distributeurs d'Energie Electrique" auf ihrer Tagung in Lausanne, September 1934, beschäftigt. J. Verboud, Straßburg, versuchte dort durch eine eingehende Eltwerkstatistik nachzuweisen, daß allgemein der Wright-Benutzungsdauertarif — wahlweise in Straßburg seit 1. 12. 1927 eingeführt und am 1. 1. 1931 verbessert —, ferner die Regelverbrauchs- und Zimmertarife abwegige Tarifarten darstellen. Mit dieser Arbeit ist er bereits auf der Tagung der Union auf Widerstand gestoßen. Die letzte Fassung des Straßburger Benutzungsdauertarifs, der im Mittelpunkt der Erörterung steht, lautete (1 Fr = 16 Rpf):

Block	Winter		Sommer	
	Monatl. Benutzungsstunden	Pf/kWh	Monatl. Benutzungsstunden	Pf/kWh
1	von 0 bis 40	28	von 0 bis 20	28
2	„ 41 „ 80	20,8	„ 21 „ 40	20,8
3	„ 81 „ 120	10,4	„ 41 „ 60	10,4
4	über 120	6,4	über 60	6,4

Bestimmung der Lichtleistung des Tarifs:

Für Wohnungen mit 1 bis 3 Lampen: die Wattleistung der Lampen,

für Wohnungen mit 4 bis 7 Lampen: 75 % der Wattleistung der Lampen,

für Wohnungen mit mehr als 7 Lampen: 50 % der Wattleistung der Lampen.

Tarifliche Mindestleistung: 200 Watt.

Neben diesem Tarif bestehen dort Haushalt-Kilowattstundentarife, von denen Verboud den Licht-Kilowattstundentarif von 28 Pf/kWh als Maßstab für den Erfolg des Wahltarifs einführt. Wird der Verkaufspreis für die Licht-kWh durch den Wahltarif erniedrigt, so nennt V. dies „déclassement der kWh", also Einnahmeausfall des Werkes. Die Zahlentafel 1 gibt daher 51 % Einnahmeausfall (dèclassement) für die 4 betrachteten Abnehmer.

Zahlentafel 1.

Jahresstromverkauf	Abnehmer				Gesamtverbrauch	
	A kWh	B kWh	C kWh	D kWh	in kWh	in %
a) vor Einführung des Benutzungsdauertarifs nach kWh-Tarif	413	199	259	162	1033	100
b) nach Einführung des Benutzungsdauertarifs						
1. Block	108	72	162	162	504	49
2. „	108	72	97		277	27
3. „	108	55			163	16
4. „	89				89	8
Lichtleistung, die dem Benutzungsdauertarif zugrunde liegt	kW 0,300	kW 0,200	kW 0,450	kW 0,450	kW 1,400	

V. geht wohl von dem Strompreis von 28 Pf/kWh als Wertschätzungsfaktor aus. Dieser Preis mag für das elektrische Licht gegen eine andere Beleuchtungsart angemessen sein, nicht aber für einen Verbraucher, der viel Licht-kWh bei reichlicher Installation abnimmt. Die Wertschätzung ist inzwischen vom E. W. auf rd. 25 Pf/kWh festgesetzt, doch bleibt m. E. der prinzipielle Fehler: die Selbstkosten der kWh sind mit keiner starren Zahl zu messen, mithin sollte die Deklassierung für den Wright-Benutzungsdauertarif fallen gelassen werden. Ein Einheitspreis für den Strommehrverbrauch bei dem oben angeführten Straßburger Benutzungsdauertarif wird

$$e = 0{,}4 - \frac{287{,}55}{w}$$

für den Abnehmer A der Zahlentafel 1 angegeben. Dieser Preis sollte lauten: $e = 0{,}4 + \frac{435{,}2}{w}$. Hierin bedeutet w den abgenommenen Zusatzstrom. V. kommt nach seinem eigenen Urteil zu diesem „paradoxen Ergebnis", das so seine Erklärung findet.

Die Zahlentafel 2 gibt die Belastungsdauer der Höchstlast je Abnehmer und vergleicht sie mit der Benutzungsdauer des Lichtanschlußwertes laut Benutzungsdauertarif. Hier müssen wir auf die bekannte Annahme hinweisen, die eine zu irgendeiner Zeit auftre-

[1]) Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 713.

[2]) d. s. Werke, an denen mehrere Körperschaften der öffentlichen Hand, z. B. Staat und Gemeinde, Gemeinde und Provinz usw. beteiligt sind.

Zahlentafel 2 (auszugsweise).

Abnahme je Haushalt (1. 12. 31 bis 5. 12. 32) kWh	Höchstlast kW	Zeit der Höchstlast	Lampen install. kW	Lampen für Benutzungsdauertarif kW	Benutzungsdauer der Höchstlast h	Benutzungsdauer der Tariflast h
142	1,750	Februar	0,435	0,450	81	316
69	1,330	Juni	0,210	0,100	52	690
320	0,730	Februar	0,985	0,500	438	640
49	1,165	Juli	0,080	0,100	42	490
312	2,220	März	0,240	0,100	141	3120

tende Spitze des Abnehmers seiner „Spitzenverantwortlichkeit" (während der Werkspitze) proportional setzt. Es müssen hier Abnehmer mit überwiegendem Lichtverbrauch und solche mit weitgehender Großgerätebenutzung erfaßt werden (Spitze der Abnehmer im Mai, Juni oder Juli). Es dürfte daher wenig durch die Spitzeneinführung des Einzelabnehmers tariflich wie theoretisch gewonnen sein, von den Sondermeßkosten usw. ganz abgesehen. Die Straßburger Verwaltung hat inzwischen den wahlweisen Benutzungsdauertarif fallen gelassen. Es gelten nur Kilowattstundentarife nach Verwendungszweck mit Sonderzählern, wo nötig, mit Uhren und Zeitschaltern. Für die Meßeinrichtungen werden laut Zahlentafel 3 monatliche Mietsätze erhoben. Da diese ins Gewicht fallen, wird

Zahlentafel 3 (auszugsweise).

Installierte Leistung kW	Monatliche Zählermieten: Einzähler RM	Doppelzähler RM	Kontaktuhr RM	Zeitschalter RM
bis 0,25	0,16	0,20	0,56	0,56
„ 0,5	0,22	0,28	0,56	0,56
„ 1,0	0,28	0,40	0,56	0,56
„ 1,5	0,50	0,60	0,56	0,72
„ 2,5	0,50	0,60	0,56	0,96
„ 5,0	0,64	0,72	0,56	1,44
„ 7,5	1,28	1,44	0,56	1,60
„ 10	1,39	1,60	0,56	1,60

offenbar eine engere Annäherung der kWh-Preise an die Gestehungskosten bezweckt. Die Tarifformel heißt also wieder: Kundenpreis plus Arbeitspreis. Die Benutzungsdauer- und Zimmertarife führen dagegen noch oft einen verschleierten Leistungspreis, so daß die Hauptfaktoren der Gestehungskosten weitestgehend berücksichtigt sind. Ist dagegen die Sonderkapitalanlage usw. für die Einzelzählung lohnend? Allgemein zielt die heutige Tendenz auf möglichste Herabsetzung der Verteilungskosten. Der so erstrebenswerte Anreiz für Mehrverbrauch wird außerdem durch Einzelzähler nach Verwendungszweck fast ausgeschaltet. Die elektrische Arbeit verursacht zwar zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten Kostenunterschiede, aber sonst sind die Gestehungskosten überwiegend unabhängig vom Verwendungszweck. — Der Wert der Arbeit liegt in dem eingehenden statistischen Material. (J. Verboud: „Expériences faites avec la tarification dégressive pour vente en basse tension" und „Sur la tarification dégressive à tranches forfaitaires et à compteur unique", Union Internationale, Paris.) *A. G. A.*

620. 92 **Die Verwertung der Energiequellen der Erde.** — An Hand von 15 Zahlentafeln untersucht D. Brownlie die Entwicklung, die die Gewinnung und Verwertung von Kohle, Petroleum, Erdgas sowie die Ausnutzung der Wasserkräfte seit 1910 genommen haben. Er stützt sich dabei hauptsächlich auf amtliche Veröffentlichungen, die aber wie alle sonstigen derartigen Berichte wegen der Schwierigkeit der statistischen Erhebungen und der großen Anzahl beteiligter Länder z. T. natürlich mehr oder weniger voneinander abweichende Angaben enthalten.

Zunächst ergibt sich, daß die Gewinnung von Kohle (Stein- und Braunkohle) nach beträchtlichen Schwankungen 1933 mit 1166 Mill t wieder nahezu ebenso groß war wie 1910 (1165 Mill t), was der Verfasser auf die starke Konkurrenz des Öls, des Erdgases und der Wasserkräfte sowie auf den wesentlich verbesserten Wirkungsgrad der Kohlenverwertung zurückführt. 1929 bildete auch für die Weltkohlenförderung den Höhepunkt (1558 Mill t), die in dem Jahr des großen wirtschaftlichen Zusammenbruchs (1932) mit 1122 Mill t den tiefsten Stand in der bezeichneten Periode erreichte. Während des Zeitabschnitts 1924/33 betrug die mittlere Jahresproduktion rd. 1355 Mill t, an der die V. S. Amerika mit 464 (rd. 34 %), Deutschland (viel Braunkohle) mit fast 281 (rd. 21 %) und Großbritannien mit nahezu 230 Mill t (rd. 17 %) beteiligt waren. — Die deutsche Gewinnung von Stein- und Braunkohle ergab seit 1910 im Jahr 1923 mit 181 Mill t die geringste, 1929 mit fast 338 Mill t die größte Menge, dagegen fielen diese beiden Grenzmarken in Großbritannien auf 1926 (rd. 128 Mill t) und 1913 (rd. 292 Mill t), in den V. S. Amerika auf 1932 (322,5 Mill t) bzw. 1918 (615 Mill t). Letztere sahen in den vier Jahren 1929/32 einen Sturz ihrer Jahresförderung um 41 %. Die Gesamtproduktion aller Länder an Braunkohle (Lignit und subbituminöse Kohle) gibt Brownlie für 1910 zu 106 (Deutschland 69,5), für 1929 als Maximum zu 235 Mill t (Deutschland 174,5) an. In dem schon genannten Abschnitt 1924/33 stand Deutschland mit durchschnittlich 144 Milll t, d. s. fast 75 % von insgesamt 193 Mill t, an der Spitze.

Hinsichtlich der Weltgewinnung von Petroleum (Rohöl) innerhalb der Jahre 1857/1932 (rd. 34 094 Mill hl) waren führend die V. S. Amerika, die in dieser Periode 22 177 Mill hl oder 65 % förderten, während das Ergebnis des zweitgrößten Erzeugers Rußland nur auf etwa 4312 Mill hl, das wären nahezu 13 %, geschätzt wird. Die Gesamtjahresgewinnung auf der Erde hat von 1910 (rd. 492 Mill hl) bis 1929 (rd. 2229 Mill hl) um 350 % zugenommen, sie war in dem Depressionsjahr 1932 immer noch um rd. 300 % größer als 1910.

Über die Ausbeute bzw. den Verbrauch von Erdgas vermag der Verfasser nur auf Grund amerikanischer Statistiken (U. S. Geological Survey) zu berichten, denen zufolge die Jahresgewinnung in der Union von rd. 14 300 Mill m³ in 1910 bis auf rd. 54 400 im Jahr 1930, mithin um rd. 280 % gestiegen ist. Brownlie glaubt den mittleren Weltkonsum zu rd. 63 000 Mill m³ jährlich ansetzen zu dürfen, eine verhältnismäßig geringe Menge gegenüber den, wie er sagt, „astronomischen" Verlustziffern. Etwa 75 % davon entfallen auf die V. S. Amerika mit ungefähr 55 000 Petroleumquellen, von denen über 3000 im Jahr 1930 neu erbohrte allein schätzungsweise 730 Mill m³ Erdgas in 24 h liefern können, was mehr als 330 Mill t Kohle im Jahr entsprechen würde.

Eine von Brownlie mitgeteilte Übersicht des U. S. Geological Survey über die Verteilung aller Wasserkräfte der Erde in den Jahren 1920 und 1930 ergibt für dieses Dezennium eine Zunahme der als verfügbar festgestellten Energie von 439 auf 447 Mill PS, während die Leistung der ausgebauten Werke ohne die Anlagen mit weniger als 100 PS von 23 auf 46 Mill PS, also um 100 %, gewachsen ist. Den größten Anteil an diesem Weltbetrag hatten nach vorstehender Quelle die V. S. Amerika mit 14,885 Mill PS oder 32 %; ihnen folgten Kanada mit 6,125, Italien mit 3,8, Japan mit 3,5, Frankreich mit 2,3, die Schweiz mit 2,2 und Deutschland mit 2 Mill PS. Die für Rußland vom amerikanischen Komitee der Weltkraftkonferenz in einer die Kraftwerke mit mehr als 0,1 Mill kW zusammenfassenden und mit rd. 39,3 Mill kW (1934) abschließenden Zahlentafel genannte installierte Wasserkraftleistung von 758 000 kW hält der Verfasser wohl mit Recht für viel zu niedrig.

Weiteren amerikanischen Statistiken zufolge war die Jahreserzeugung elektrischer Arbeit für öffentliche Zwecke in der Union während der Zeit 1920/33 aus Brennstoffen 1930 mit 62,915 Mill kWh am stärksten, aus Wasserkraft mit 34,727 Mill kWh bzw. 41 % der Gesamtproduktion in 1933. Offizielle Angaben aus 1932 besagen, daß man damals in den V. S. Amerika 52,4 % der Energiesumme aus Kohle, 27,8 % aus Petroleum, 9,1 % aus Erdgas und 10,7 % mittels Wasserkraft gewonnen hat.

Am Schluß seines Aufsatzes weist Brownlie auf die erhebliche Verbesserung hin, die der Wirkungsgrad der Kohlenverwertung in den letzten Jahrzehnten erfahren hat, so z. B. im Kraftwerksbetrieb, der 1900 etwa 3 kg/kWh, 1925 aber nur 1,1 kg benötigt habe und heute wahrscheinlich kaum noch 0,7 kg verfeuere. Die öffentlichen Zentralen der V. S. Amerika erzeugten 1920 mit rd. 10 Mill t Kohle rd. 4 Mrd kWh, 1930 aber 63 Mrd mit etwa 39 Mill t Kohle, am Ende des Jahrzehnts also das 15fache an Strom mit nur der 4fachen Kohlenmenge. Ähnliche Fortschritte sind u. a. im Koksverbrauch der Hochöfen, der in Nordamerika seit 1910 um etwa 25 % gesunken ist, sowie im Eisenbahnbetrieb festzustellen, wo der Kohlenkonsum der Lokomotiven infolge Ein-

führung des überhitzten und des Hochdruckdampfs seit 1917 sich um fast 32 % verringert hat. Ganz allgemein schätzt der Verfasser die seit 1910 erzielte Kohlenersparnis auf mindestens 30 %, ein Absatzverlust für die Kohlenindustrie von jährlich etwa 350 Mill t. Dieser Betrag würde sich nach Ansicht des Verfassers verdoppeln, wenn der Weltkohlenverbrauch in Zukunft durch die von Brownlie als unbedingt notwendig bezeichnete Anwendung noch wirkungsvollerer Verwertungsmethoden mindestens um weitere 30 % gesenkt werden könnte. [D. Brownlie, Engineering 140 (1935) Nr. 3630, S. 133, 176.] *fm.*

621. 311. 1. 003 (42) **Tagesprobleme der englischen Elektrizitätswirtschaft.** — In früheren Berichten über die englische Elektrizitätswirtschaft[1]) wurde bereits darauf hingewiesen, daß nach der nahezu vollendeten Durchführung der großzügigen Maßnahmen für die Erzeugung und Großverteilung elektrischer Energie nunmehr die Hebung des Wirkungsgrades der Verteilung und die Erschließung neuer Absatzgebiete im Vordergrund des Interesses stehen. In diesem Zusammenhange verdienen ein vor einiger Zeit vor der Institution of Electrical Engineers gehaltener Vortrag und die an denselben anknüpfende Diskussion Beachtung. Der Vortragende befürwortete die Bildung eines „Electricity Distribution Board", dem die Organisierung der gesamten Verteilungsindustrie obliegen würde, und der offenbar in ähnlicher Form gedacht ist wie der Central Electricity Board auf der Seite der Erzeugung und Großverteilung. Insbesondere erwartet er von einer derartigen Zusammenfassung der etwa 600 bestehenden konzessionierten Unternehmungen die Möglichkeit der Erschließung ländlicher Bezirke. Dieser Erwartung liegt die Voraussetzung zugrunde, daß derartige Bezirke selbständig nur dann mit einem Verteilungsnetz überzogen werden können, wenn man bereit ist, beträchtliche Betriebsverluste mindestens während der ersten fünf Betriebsjahre in Kauf zu nehmen[2]). Ferner hätte man in derartigen Netzen anfangs mit einem sehr ungünstigen Ungleichförmigkeitsgrad zu rechnen, während der vorgeschlagene Gemeinschaftsbetrieb natürlich auch in dieser Hinsicht ausgleichend wirken würde, so daß die neu hinzukommenden ländlichen Bezirke daraus Nutzen ziehen würden, ohne die benachbarten Stadtbezirke zu schädigen.

Unter den zur Begründung dieses Vorschlages weiterhin vorgebrachten Punkten ist die Feststellung interessant, daß das investierte Kapital je anschließbarem Abnehmer, und sogar der Preis der Kilowattstunde, in Stadt und Land bei gleichem Entwicklungsgrad nicht wesentlich verschieden sind; nur hinsichtlich des „wirtschaftlichen Entwicklungsgrades", d. h. der Anzahl der Haushaltungen, die sich mit einem Aufwand von nicht über rund 600 RM[3]) anschließen lassen, besteht ein beträchtlicher Unterschied. Diese Grenze liegt in städtischen Bezirken bei etwa 85, in ländlichen bei 70 % der Gesamtzahl aller Haushaltungen. Darüber hinaus ist eine weitere Erhöhung der Abnehmerzahl zwar möglich, aber mit hohen Kosten verbunden.

Auf Grund ausführlicher Unterlagen wird der Beweis erbracht, daß es für eine möglichst rasche Überwindung der im Anfangszustand jedes Stromlieferungsunternehmens unvermeidlichen Verlustjahre von Vorteil ist, wenn von Anfang an der Werbung industrieller Abnehmer besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. An einer Reihe von Beispielen wird nachgewiesen, daß unter den geltenden Verhältnissen und mit noch nutzbringenden Tarifen der Strombezug für den Abnehmer gegenüber der Eigenerzeugung Ersparnisse mit sich bringt, die bei Beleuchtungsanlagen unter allen Umständen, bei industriellen Anlagen dagegen, und insbesondere bei solchen mit Anzapfturbinen, jedoch nur bei geeigneten Betriebsverhältnissen, als ausschlaggebend anzusehen sind. Allerdings haben die Angaben und Folgerungen selbst für England nur beschränkte Bedeutung, da in der Praxis zum Teil bedeutend höhere Tarife gefordert werden, und zwar auch in Gegenden nicht rein landwirtschaftlichen Charakters.

In dem Vortrag wird energisch gegen das Prinzip von Höchstverbrauchtarifen Stellung genommen, da das Bestreben, einen geringen Höchstverbrauch zu erreichen, zu oft übertriebenem Sparen mit Strom führt. Es wird vorgeschlagen, den festen Anteil des Strompreises nach anderen Gesichtspunkten festzulegen, wie dies ja auch schon teilweise geschieht.

Ein Hinweis darauf, daß sehr häufig beim Abschluß von Stromlieferungsverträgen mit industriellen Abnehmern unter der Drohung der Aufstellung einer eigenen Dieselanlage unnötig tiefe Strompreise gewährt werden, hat in der Diskussion geteilter Stellungnahme begegnet, wobei mehrfach auch die volkswirtschaftliche Bedeutung niedriger Strompreise betont worden ist. In diesem Zusammenhange wurde aber auch festgestellt, daß die Stromkosten nur einen geringen Bruchteil des Gesamtpreises eines fertigen Produkts ausmachen, und daß in vielen modernen Herstellungsverfahren die Störungsfreiheit der Stromlieferung, die in England immer noch viel zu wünschen übrig läßt, auch vom rein finanziellen Standpunkt wichtiger ist als der Strompreis. (J. A. Sumner, Private Plants and Public Supply Tariffs, Journ. I. E. E. 1935, S. 310.) *v. Str.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 124.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 973.
[3]) 1 £ zu 20 RM gerechnet.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie 1935. — Entsprechend der fortschreitenden deutschen Wirtschaftsbelebung und dem wachsenden Auftragsanfall der elektrotechnischen Industrie hat sich auch der Beschäftigungsgrad der Elektroindustrie im vergangenen Jahr erneut gehoben (Zahlentafel 1). Im Jahresdurchschnitt waren 71 % der vorhandenen Arbeiterplätze besetzt gegenüber 63 % i. V. Bei den Angestellten sind nunmehr fast 80 % der vorhandenen Beschäftigungsmöglichkeiten ausgenutzt. Die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter stieg im Berichtszeitraum von 7,3 h auf 7,5 h, so daß sich die Arbeiterstundenkapazität ebenfalls erhöhte. Der absoluten Zahl nach (Zahlentafel 2) waren im Jahresdurchschnitt 1935 269 000 Personen in der deutschen Elektroindustrie beschäftigt, gegenüber 238 000 im Jahre 1934 und 179 000 1933. Seit dem Tiefstand der Beschäftigung im Jahre 1932 wurden demnach wieder fast 100 000 Menschen in den Produktionsprozeß der elektrotechnischen Industrie eingegliedert.

Zahlentafel 1. Die Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität		durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935
Januar	55,0	67,7	62,5	74,7	48,8	62,7	7,06	7,42
Februar	55,2	68,0	62,5	75,7	49,1	63,5	7,09	7,48
März	56,4	68,1	63,2	76,4	49,9	63,9	7,08	7,50
April	58,2	68,6	64,8	77,6	53,0	62,7	7,27	7,30
Mai	60,3	69,4	67,0	78,7	54,9	66,9	7,30	7,71
Juni	62,4	70,3	68,1	79,6	56,8	63,5	7,30	7,16
Juli	65,0	72,2	69,4	80,6	58,6	66,2	7,20	7,30
August	67,8	74,2	70,5	81,6	61,7	69,2	7,28	7,43
September	70,3	75,2	71,8	82,4	64,7	71,9	7,38	7,61
Oktober	70,6	74,4	72,5	82,9	66,1	71,7	7,47	7,70
November	70,2	72,9	73,4	83,3	67,6	70,8	7,70	7,76
Dezember	68,9	72,0	74,0	83,6	65,2	69,7	7,61	7,76
Jahresdurch.	63,3	71,1	68,3	79,8	58,1	66,9	7,31	7,51

[1]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamtes.

Zahlentafel 2. Beschäftigte Personen in der deutschen Elektroindustrie.

Jahr	Insgesamt	Arbeiter	Angestellte
	in tausend		
1929	317	252	65
1932	172	130	42
1933	179	141	38
1934	238	194	44
1935	269	215	54

Elektroaußenhandel 1934 von Rumänien, Jugoslawien, Bulgarien. — In den nachstehenden Zahlentafeln 1 bis 3 ist die Elektroeinfuhr 1934 der drei genannten Länder dargestellt, von denen Rumänien (Zahlentafel 1a und b) bei weitem die größte Einfuhr hat mit 14,1 Mill RM 1934 gegenüber 12,5 Mill RM 1933. An dieser Zunahme sind hauptsächlich beteiligt die Gruppen Maschinen,

Zahlentafel 1a. Rumänien: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1933 dz	1933 1000 RM	1934 dz	1934 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-El.-Einfuhr 1933 %	1934 %
Dynamomaschinen, Transformatoren, Aggregate	6 952	1 813	11 445	2 785	14,5	19,8
Akkumulatoren u. Elemente	302	70	155	37	0,5	0,3
Kabel und isol. Draht	18 415	1 749	24 354	2 090	14,1	14,8
Meß- und Zählvorrichtung	715	602	606	535	4,8	3,8
Schalt- u. Sicherheitsapparate	3 008	1 492	3 915	1 668	12,0	11,8
Telegraphie und Telephonie mit Draht	1 905	2 049	892	1 232	16,5	8,7
ohne Draht	2 557	1 945	2 846	2 542	15,6	18,1
Radio- und Röntgenröhren	109	434	122	458	3,5	3,3
Glühlampen, Leuchtröhren	1 170	1 403	1 403	1 583	11,2	11,2
Elektromedizin	189	182	354	300	1,4	2,1
Koch- u. Heizvorrichtungen, Staubsauger usw.	521	145	950	267	1,1	1,9
Kohle für die Elektrotechnik	2 397	285	2 206	242	2,3	1,7
sonstige	3 886	324	5 258	350	2,5	2,5
Insgesamt		12 493		14 089	100	100

Zahlentafel 1b. Rumänien: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1]	1932 1000 RM	1933 1000 RM	1934 1000 RM	Anteil a. d. Ges.-El.-Einf. 1932 %	1933 %	1934 %
Deutschland	4 670	3 145	3 503	37,0	25,2	24,8
Österreich	1 053	1 423	2 262	8,3	11,4	16,1
Ungarn	1 476	1 334	1 818	11,7	10,7	12,9
Belgien-Luxemburg	778	1 655	1 023	6,2	13,2	7,3
Tschechoslowakei	684	325	1 009	5,4	2,6	7,1
Großbritannien	961	954	1 004	7,6	7,7	7,1
Niederlande	411	646	658	3,3	5,2	4,7
Schweden	219	470	538	1,7	3,8	3,8
V. S. Amerika	862	360	502	6,8	2,9	3,6
Frankreich	564	478	420	4,5	3,8	3,0
sonstige	949	1 703	1 352	7,5	13,5	9,6
Insgesamt	12 627	12 493	14 089	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Kabel und Draht, Schalt- und Sicherheitsapparate, drahtlose Telegraphie und Telephonie, die 1933 zusammen 56 %, 1934 zwei Drittel der Einfuhr stellen, während die bedeutende Gruppe der Telegraphie und Telephonie mit Draht ihren Einfuhranteil infolge des Einfuhrrückganges von 16,5 auf 8,7 % ermäßigte.

Zahlentafel 2a. Jugoslawien: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1933 dz	1933 1000 RM	1934 dz	1934 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-El.-Einfuhr 1933 %	1934 %
Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, Ventilatoren	4 849	869	8 175	1603	20,1	28,1
Akkumulatoren u. Elemente und Elektroden dafür	1 200	122	2 819	236	2,9	4,1
Kabel und isol. Drähte	7 615	454	9 349	487	10,5	8,5
Meß- und Zählvorrichtungen	634	338	426	279	7,9	4,9
Schaltapp., Widerstände usw.	347	115	991	264	2,7	4,6
Telegraphie und Telephonie mit Draht	428	574	102	129	13,3	2,3
ohne Draht	1 100	753	2 023	1495	17,5	26,3
Glühlampen	426	395	403	423	9,1	7,4
sonstige	1 492	691	1 541	798	16,0	13,8
Insgesamt		4311		5 714	100	100

Zahlentafel 2b. Jugoslawien: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1]	1932 1000 RM	1933 1000 RM	1934 1000 RM	Ant. a. d. Ges.-El.-Einf. 1932 %	1933 %	1934 %
Deutschland	1998	898	1485	27,4	20,8	26,0
Österreich	1724	1171	1302	23,6	27,2	22,8
Ungarn	1177	672	727	16,2	15,6	12,7
Niederlande	220	277	621	3,0	6,4	10,9
Großbritannien	222	76	403	3,0	1,8	7,1
Schweiz	582	138	280	8,0	3,2	4,9
Tschechoslowakei	339	196	242	4,7	4,5	4,2
Schweden	226	185	223	3,1	4,3	3,9
sonstige	798	698	431	11,0	16,2	7,5
Insgesamt	7286	4311	5714	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

An zweiter Stelle folgt Jugoslawien (Zahlentafel 2a und b) mit 5,7 Mill RM Einfuhr 1934, die eine Zunahme von 32,5 % gegenüber 1933 bedeuten. Hier waren Hauptträger der Zunahme die Maschinen und Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie, die 1933 37,6 % und 1934 54,4 % der Einfuhr darstellten. Auch in der Mehrzahl der übrigen Gruppen sind Einfuhrsteigerungen zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet auch hier wieder vor allem Telegraphie und Telephonie mit Draht.

Zahlentafel 3a. Bulgarien: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1933 dz	1933 1000 RM	1934 dz	1934 1000 RM	Ant. a. d. Gesamt-El.-Einfuhr 1933 %	1934 %
Dynamomasch., Elektromotoren, Transformatoren	4697	1104	2133	477	40,1	23,5
Akkumulatoren u. Elemente	264	61	466	81	2,2	4,0
Kabel u. isolierte Drähte	4119	421	4164	381	15,3	18,8
Meß- u. Zählvorrichtungen	289	203	203	187	7,4	9,2
Installations-Material wie Schalter, Sicherungen usw.	1311	381	510	201	13,9	9,9
Radio-Apparate	46	89	226	245	3,2	12,1
Elektrische Lampen	200	321	264	314	11,7	15,5
sonstige	375	171	404	142	6,2	7,0
Insgesamt		2751		2028	100	100

Zahlentafel 3b. Bulgarien: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1]	1932 1000 RM	1933 1000 RM	1934 1000 RM	Anteil a. d. Ges.-El.-Einf. 1932 %	1933 %	1934 %
Deutschland	1793	1054	1057	42,7	38,4	52,1
Österreich	426	648	312	10,2	23,5	15,4
Schweiz	157	101	146	3,7	3,7	7,2
Belgien	133	49	77	3,2	1,8	3,8
Ungarn	337	105	73	8,0	3,8	3,6
Frankreich	560	73	72	13,4	2,6	3,5
V. S. Amerika	72	10	67	1,7	0,4	3,3
Niederlande	201	110	66	4,8	4,0	3,2
Tschechoslowakei	290	346	50	6,9	12,6	2,5
Sonstige	226	255	108	5,4	9,2	5,4
Insgesamt	4195	2751	2028	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Bulgariens Einfuhr (Zahlentafel 3a und b) betrug 1934 2 Mill RM und liegt damit um 26 % unter dem Ergebnis von 1933. Die Einfuhr ging in fast allen Gruppen zurück. Eine auffallende Ausnahme bildet die Gruppe Radio mit einer Vervielfachung der allerdings 1933 geringen Einfuhr, die dementsprechend ihren Anteil an der Gesamteinfuhr von 3,2 auf 12,1 % steigern konnte.

Die Betrachtung der Lieferländer zeigt Deutschland als Hauptlieferer in den drei Ländern, und zwar hat Deutschland seinen Anteil gegenüber 1933 an der rumänischen Einfuhr nahezu gehalten, wenn er auch bedeutend unter dem Anteil von 1932 liegt. In Jugoslawien und Bulgarien konnte eine Steigerung des deutschen Anteils gegenüber 1933 erzielt werden, in Jugoslawien konnte dabei der Anteil von 1932 fast erreicht werden, in Bulgarien wurde er erheblich überschritten. Zweitgrößtes Lieferland war in den drei Ländern Österreich, es folgen in Rumänien Ungarn und Belgien, in Jugoslawien Ungarn und Niederlande, in Bulgarien Schweiz und Belgien.

AUS INDUSTRIE, HANDEL UND GEWERBE.

Handelsregistereintragungen: Kabel- und Leitungswerke Neustadt-Coburg AG., Neustadt b. C. (8 Mill RM): Herstellung und Vertrieb von Kabeln und elektrischen Leitungen jeglicher Art sowie Errichtung und Betrieb damit in Verbindung stehender Unternehmungen; Rundfunktechnische Erzeugergemeinschaft G. m. b. H., Berlin (26 400 RM): Verwertung von Erfindungen auf dem Gebiete der Nachrichtentechnik, insbesondere des Rundfunks und des Fernsehens, und Vertrieb von einschlägigen Erzeugnissen; Hans Coler G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Erwerb und Verwertung von elektrotechnischen Erfindungen.

Jubiläum. — Am 6. 4. 1936 besteht die Firma Hans Meyer, Elektro- u. Radio-Großhandlung, Essen, 30 Jahre. Sie wurde im Jahre 1906 von dem heutigen Alleininhaber, Herrn Ing. Hans Meyer, gegründet. Aus den kleinsten Anfängen heraus hat sich die Firma trotz Kriegs- und Krisenjahre zur heutigen Größe entwickelt.

VERBANDSTEIL.

Männer der Technik!

Eine dreijährige Aufbauarbeit für das deutsche Volk liegt hinter uns. Die technische Leistung hat bei diesem Neuaufbau in vorderster Front gestanden. Große Schwierigkeiten, hervorgerufen durch unsere Rohstoffarmut, durch Hetze und Boykott, mußten überwunden werden.

Trotz dieser Gefahren hat die nationalsozialistische Regierung ein Millionenheer von Arbeitslosen wieder zu Arbeit und Brot gebracht, der schwer erschütterten deutschen Wirtschaft neuen Auftrieb gegeben und die Freiheit nach außen für das deutsche Volk errungen. Deutschland hat wieder ein starkes Volksheer. Nach Jahren tiefster völkischer Erniedrigung hat am 7. März der Führer im Namen des Volkes die volle Souveränität in Deutschland wieder hergestellt.

Das alles hat das deutsche Volk aus eigener Kraft und ohne fremde Hilfe erreicht.

Der deutsche Techniker hat in diesem Ringen seine Einsatzfähigkeit jederzeit unter Beweis gestellt und ist sich bewußt, daß er diese Entfaltungsmöglichkeit in seinem Arbeitsbereich der nationalsozialistischen Staatsführung, unserm Führer Adolf Hitler, verdankt.

Am 29. März verlangt der Führer die Entscheidung des deutschen Volkes, ob es auf seinem Weg zur Befreiung der deutschen Nation hinter ihm steht. Männer der Technik! mit der persönlichen Ausübung der Wahlpflicht ist Eure Pflicht gegenüber Volk und Staat noch nicht erfüllt. Ihr seid in Tausenden von Betrieben Führer und Vorbild der arbeitenden Volksgenossen. In früherer Zeit gab der Arbeiter eine andere Stimme ab als sein Vorgesetzter. Im nationalsozialistischen Deutschland tritt der Führende im Betrieb mit seiner Gefolgschaft in gleicher Gesinnung zur Wahlurne.

In diesem Sinne zu wirken und jede Stunde bis zum 29. März zu nutzen, ist Pflicht und Aufgabe des deutschen Ingenieurs.

Dr. ing Todt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Gauversammlung

am Dienstag, dem 31. März 1936, 20 Uhr, im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. R. Berthold über das Thema:

„Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung".

Inhaltsangabe:

Die Notwendigkeit der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung als Folge der technischen Entwicklung. Die Grundlagen der Röntgen-, Gamma- und magnetischen Verfahren. Die technischen Hilfsmittel der Verfahren. Anwendungsbeispiele der Verfahren an gegossenen, verformten Werkstücken, an Werkstückverbindungen und an Füllkörpern.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat. Die Mitglieder des VDE, der RTA-Vereine und des NSBDT werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich. Kleiderablage frei.

Nachsitzung im Restaurant „Zum Schultheiss am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Leitungstelegraphie und -telephonie.

Fachgruppenleiter: Professor Küpfmüller VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. H. G. Thilo am Donnerstag, dem 2. April 1936, um 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsal EB 301 über das Thema:

„Schwingungserzeuger für Meßzwecke".

Inhaltsangabe:

1. Anforderungen: Frequenzempfang, Leistung, Klirrfaktor, Frequenzkonstanz, Modulationseigenschaften, Bedienbarkeit.
2. Arten der Frequenzerzeugung: Umlaufende Maschinen, Selbsterregung, mechanische Summer, Röhrensummer, sonstige Schwingungserzeuger.

Eintritt und Kleiderablage frei.

2.–4. Juli 1936 – 38. VDE-Mitgliederversammlung – München

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 11. April 1936, findet etwa eine Stunde vor Beginn der Abendvorstellung eine Besichtigung des Deutschen Opernhauses Charlottenburg statt.

Treffpunkt: Bühneneingang des Deutschen Opernhauses Richard-Wagner-Straße 2—8. Die genaue Zeit der Besichtigung wird noch bekanntgegeben.

Von den Teilnehmern, deren Zahl auf 60 beschränkt ist, erhebt die Verwaltung des Deutschen Opernhauses eine Spende in Höhe von 2 RM, die restlos an das Winterhilfswerk abgeführt wird. Aus diesem Grunde werden für die Besichtigung besondere Karten ausgegeben, die gegen Entrichtung des obigen Betrages in der Geschäftstelle des VDE Gau Berlin-Brandenburg (Charlottenburg, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus) erhältlich sind. Auch die Damen unserer Mitglieder sind zur Teilnahme willkommen.

Die Besichtigung ist von besonderem Interesse, da demnächst in der ETZ über die elektrischen Einrichtungen der heutigen Bühnentechnik ausführlich berichtet wird.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz, Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27, Fernruf: D 4 0011, App. 159

30. 3. 1936 „Isolationsfragen im Elektromaschinenbau", Vortragender: Dipl.-Ing. Kroker.

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernruf: D 2 0011, App. 136

31. 3. 1936 „Rundfunkstörschutz an elektrischen Maschinen und Apparaten", Vortragender: Ingenieur Schrank

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernruf: F 8 0014, App. 399.

1. 4. 1936 Diskussionsabend über Brückenmeßmethoden.

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501, App. 86.

2. 4. 1936 „Die Kathode" (Vortragender: Dr. Allerding).

Der, in der ETZ Heft 11 vom 12. 3. 1936, auf Seite 319 angekündigte **Jungingenieurabend** des Berliner Bezirksvereins deutscher Ingenieure findet nunmehr am 3. 4. 1936 um 20 Uhr im Ingenieurhaus, Hermann-Göring-Straße 27, statt.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Ordentliche Gauversammlung am 25. Februar 1936 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Prof. Dr.-Ing. Kloß.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Kassenprüfer.
3. Vortrag.

Zu Punkt 1:

Der Vorsitzende eröffnet die Gauversammlung und heißt die Erschienenen, insbesondere die Gäste, herzlich willkommen. Es werden die im März 1936 stattfindenden Vorträge bekanntgegeben. Weiterhin wird auf eine ausgelegte Liste von 53 Neuanmeldungen aufmerksam gemacht.

Zu Punkt 2:

Der Vorsitzende erteilt Herrn Oberingenieur Calließ das Wort zum Bericht über die Rechnungsprüfung 1935.

Herr **Calließ**: Herr Dr. Adolph und ich haben heute an Hand der Unterlagen die Rechnungsprüfung beim Gau Berlin-Brandenburg vorgenommen. Wir haben alles in Ordnung gefunden und beantragen daher, dem Schatzmeister, der Geschäftsführung und dem Rechnungsführer Entlastung zu erteilen.

Der Vorsitzende stellt fest, daß zu dem Bericht das Wort nicht gewünscht wird. Er erteilt darauf dem Schatzmeister, der Geschäftsführung und dem Rechnungsführer Entlastung und spricht den Rechnungsprüfern den verbindlichsten Dank des Gaues für ihre Mühewaltung aus.

Zu Punkt 3:

Der Vorsitzende erteilt das Wort Herrn Prof. Dr. Friedrich vom Institut für Strahlenforschung der Universität Berlin zu seinem Vortrag: „Die wissenschaftlichen Grundlagen der heutigen Elektromedizin".

(Vortrag folgt.)

Im Anschluß an den Vortrag wird den Vertretern verschiedener Firmen, die elektromedizinische Apparate für den Vortrag zur Verfügung gestellt haben, Gelegenheit gegeben, das Wort zu einigen Erläuterungen zu ergreifen. Darauf schließt der Vorsitzende die Sitzung mit dem Danke an den Vortragenden für seine mit großem Beifall aufgenommenen Ausführungen und mit dem Danke an die Firmenvertreter für ihre interessanten Vorführungen.

Neuanmeldungen zum VDE Gau Berlin-Brandenburg.

Alps, Franz, Reg.-Baumstr. a. D., Bln.-Halensee
Anders, Bodo, Elektroing., Bln.-Neukölln
Andersch, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Arnold, August, Dipl.-Ing., Bruxelles
Bigalke, Alfred, Dipl.-Ing., Bln.-Köpenick
Boldt, Walter, Ingenieur, Bln.-Tegel
Brendel, Karl, Dr., Bln.-Charlottenburg
Deserno, Peter, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Dietze, Kurt, Ingenieur, Bln.-Tempelhof
Ebersbach, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Geißler, Friedr., Obering., Falkensee
Göschel, Heinz, Dr.-Ing., Bln.-Grunewald
Großkopf, Jürgen, Dr.-Ing., Bln.-Grunewald
Haenisch, Rudolf, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee
Hansen, Nikolaus, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Hernberg, Manne, Zivilingenieur, Bofors
Hoff, Johannes, Dipl.-Ing., Bln.-Schlachtensee
Hollatz, Walter, Ingenieur, Bln.-Staaken
Hohensee, Erich, Ingenieur, Berlin
Kraeft, Heinz, Dr.-Ing., Falkensee
Krug, Alfried, Elektrotechniker, Berlin
Kümpel, Friedrich, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee
Kürsten, Heinz, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Langelüttich, Oskar, Ingenieur, Bln.-Spandau
Lehmann, Heinz, Bln.-Grunewald
Lemke, Erwin, Ingenieur, Bln.-Spandau
Lingg, Gustav, Dipl.-Ing., Bln.-Treptow
Lonsky, Paul, Ingenieur, Bln.-Mariendorf
Meier, Erich, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Mispagel, Hans, Elektroing., Bln.-Tempelhof
Müller, Karl-Herbert, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Noack, Walter, Elektroing., Grube Marga
Pöllenhofer, Emil, Ingenieur, Bln.-Adlershof
Przygode, Arthur, Reg.-Baumeister a. D., Bln.-Charlottenburg
Puff, Rudolf, Ingenieur, Berlin
Richter, Heinz, Dipl.-Ing., Bln.-Britz
Rieger, Eduard, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Rund, Willy, Ingenieur, Glienicke
Seifried, Eugen, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Single, Siegfried, Ingenieur, Bln.-Niederschöneweide
Suchy, Ewald, Ingenieur, Merkelsgrün bei Karlsbad
Schabbeck, Theodor, Dipl.-Ing., Berlin
Schliebs, Günter, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Schmidt, Werner, Ingenieur, Lychen
Schönherr, Paul B., Bln.-Siemensstadt
Schulte-Kulkmann, Herbert, Dipl.-Ing., Berlin
Stämmler, Herbert, Ingenieur, Bln.-Spandau
Strauch, Helmar, Dipl.-Ing., Berlin
Wagner, Alfons, Direktor, Bln.-Dahlem
Wechsung, Walter, Ingenieur, Berlin
Weinert, Helmuth, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau
Weltin, Otto, Ingenieur, Bln.-Steglitz
Wilke, Karl, Ingenieur, Bln.-Oberschöneweide

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Kloß.

Sitzungskalender.

Gau Niedersachsen, Hannover. 31. 3. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Die neue BBC-Feinstufsteuerung für Straßenbahnen". Obering. Riedl.

Gau Ostsachsen, Dresden. 2. 4. (Do), 19 h 45 m, Elektrot. Inst.: „Elektr. Oberflächenbehandlung von Aluminium und Aluminiumlegierungen (Eloxieren)" (m. Lichtb.). Dr. H. Fischer.

Der in Heft 12 für den 26. 3. angekündigte Vortrag von Herrn Prof. Glocker ist abgesagt und wird voraussichtlich im Mai stattfinden.

Gau Südsachsen und ADB Gruppe Starkstrom im Maschinenbau, Chemnitz. 31. 3. (Di), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Neuere Anschauungen über Kontakte". Dr.-Ing. L. Schmitz VDE.

Gau Südsachsen, Stützpunkt Plauen i. V. (gemeinsam mit dem Amt für Technik, Kreisltg. Plauen, NSBDT/RTA, DAF, Fachschaft Freie Berufe/Technik). 31. 3. (Di), 20 h 15 m, Gasthaus „Reichshallen", Bahnhofstraße 47: „Die Auswirkung der Rohstoffrage in der Elektrotechnik" (m. Lichtb.). Obering. Wunder VDE.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von Prof. Dr. R. Rothe. Teil III: Raumkurven und Flächen, Linienintegrale und mehrfache Integrale, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen nebst Anwendungen. (Teubners Mathematische Leitfäden Bd. 23.) Mit 170 Abb., IX u. 238 S. in 8⁰. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis kart. 6,60 RM.

Der Abschluß des sehr handlichen und gut verständlichen Lehrwerkes hat lange auf sich warten lassen. Er ist jetzt durch den dritten Band erreicht, nachdem inzwischen von dem ersten Teil bereits die vierte Auflage erschienen ist und auch der zweite Teil eine Neuauflage erlebt hat. Für die Anwendungen in der mathematischen Physik ist gerade dieser letzte Teil von besonderer Bedeutung. Er bringt den zweiten Abschnitt der Integralrechnung und die Differentialgleichungen. Die partiellen Differentialgleichungen sind sozusagen nur anhangsweise in einzelnen Beispielen kurz behandelt. Die weitere Ausführung muß in der Tat der mathematischen Physik vorbehalten bleiben, und wir haben dafür ja auch ausgezeichnete Handbücher. Hier handelte es sich wesentlich darum, die mathematischen Grundlagen zur Darstellung zu bringen. Zunächst behandelt der Verfasesr die krummen Flächen in der Symbolik der Vektoranalysis, streift kurz die Flächen zweiten Grades und geht dann zur allgemeinen Flächentheorie über. Sehr verdienstvoll ist auch die Besprechung der krummlinigen Koordinaten im Raume und der damit zusammenhängenden rechnerischen Ansätze. Dann kommt die Integralrechnung, zuerst die Linienintegrale im Raume mit den zugehörigen Vektorbegriffen, und hiernach eine ausführlichere Behandlung der Doppelintegrale. Daran schließen sich die dreifachen Integrale mit den zugehörigen Umformungsrechnungen und eine sehr sorgfältige, reichhaltige und bei aller Knappheit gut verständliche Auswahl von Beispielen, bei der auch die in der mathematischen Physik vorkommenden Grundbegriffe und Operationen, insbesondere die Maxwellschen Grundgleichungen der Elektrodynamik, erscheinen.

Bei den Differentialgleichungen werden, bevor mit den Integrationsverfahren für lineare Differentialgleichungen begonnen wird, sehr klare und geschickte Angaben über das Wesen der Differentialgleichungen, ihre hervorstechendsten Formen und Anwendungsarten, wie die Grundgleichungen der Dynamik, samt besonderen Aufgaben gebracht. Beispielsweise werden auch die elektrischen Schwingungen bei der Entladung eines Kondensators behandelt, später dann noch der elektrische Schwingungskreis mit induktivem Widerstand. Die graphische Behandlung der Differentialgleichungen mußte hier sehr kurz gefaßt werden, dabei wurde aber doch das Wesentliche gesagt. Graphische Erläuterungen sind im übrigen auch sonst eingestreut. Die klassischen Verfahren zur Auflösung der Differentialgleichungen mußten natürlich in der nötigen Ausführlichkeit gebracht werden. In den Beispielen sind dann wieder die verschiedenen Schwingungsformen vor allem behandelt worden, auch gekoppelte elektrische Schwingungen. Bei den partiellen Differentialgleichungen wird auch das Schwingungsproblem für die Saiten und kreisförmigen Platten herangezogen, dazu dann noch besonders die Kirchhoffschen Kabelgleichungen. Damit klingt das Buch aus. Überall sind Übungsaufgaben mit den Lösungen hinzugefügt. Jeder Studierende, der sich mit Eifer in das Buch versenkt, wird einen guten Ertrag daraus ziehen. Namentlich dem Elektrotechniker ist aber auch zu empfehlen, daß er sich wirklich bis zum Schluß durcharbeitet, weil er so erst den rechten Nutzen von dem Werke haben wird. H. E. Timerding.

Das Fernseh-Heft für Wißbegierige und Bastler. Von W. Federmann. Mit Zeichnungen von P. Müller. Mit 51 Abb. u. 56 S. im Format 179 × 240 mm. Verlag Reimar Hobbing, Berlin 1935. Preis kart. 1,20 RM.

Das Büchlein verfolgt den Zweck, Wißbegierigen und Bastlern die Grundlagen des Fernsehens beizubringen. Der I. Teil beginnt mit einer „kleinen Fernsehschule", die von der Zerlegung des fernzusehenden Bildes durch das Lochrad von Nipkow ausgeht und zeigt, wie die Bildpunkte mittels der Lichtzelle in elektrische Stromstöße umgewandelt und auf ultrakurzen Wellen ausgestrahlt werden. Der nächste Abschnitt behandelt den Fernsehempfänger, dessen Hauptglied die Braunsche Röhre ist, den Gleichlauf, das Kippgerät, und daran anschließend das neue Fernsehverfahren mit dem „Ikonoskop". Der zweite, der Praxis gewidmete Teil, enthält eine Anzahl von Schaltungen, nach denen man einen Fernsehempfänger, sowohl den Ton- wie den Bildteil, selbst bauen kann, ohne aber kochbuchmäßig genaue Angaben zu machen. Die Selbstkosten dürften sich danach immer noch auf etwa 800 RM stellen. — Das Heft ist klar und leichtverständlich geschrieben, gute Bilder unterstützen die Worte wirksam, so daß man eine deutliche Vorstellung der Vorgänge beim Fernsehen bekommt. Als erste Einführung wird es auch dem Starkstromtechniker gute Dienste tun. Karl Mühlbrett VDE.

Die Lehre vom Wirtschaftsbetrieb. (Allgemeine Betriebswirtschaftslehre). Von Prof. Dr. W. Prion. 1. Buch: Der Wirtschaftsbetrieb im Rahmen der Gesamtwirtschaft. Mit VIII u. 162 S. im Format B 5. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,50 RM. 2. Buch: Der Wirtschaftsbetrieb als Wirtschaft (Unternehmung). Mit IV u. 217 S. im Format B 5. Preis geh. 9,60 RM, geb. 10,60 RM. Verlag Julius Springer, Berlin 1935.

Es war eine erfreuliche und schließlich äußerst befriedigende Aufgabe, dieses vorläufig in zwei Büchern vorliegende Werk zu studieren und zu besprechen. Prof. Prion bietet in ihm nicht nur eine klare, selbst bei der Erörterung schwieriger Vorgänge durchaus verständliche Darstellung des Wirtschaftsbetriebs (Einzelwirtschaft) und seines Verhältnisses zur Gesamtwirtschaft, sondern er hat ihr auch eine stilistische Form gegeben, die bei dem Leser mehr und mehr wachsendes Interesse an einem für manchen immerhin etwas spröden Stoff erweckt. Erreicht wird das schon a priori durch dessen nach der Absicht des Verfassers als wissenschaftliche Methode aufzufassende Verteilung auf drei Bücher, von denen das erste den Wirtschaftsbetrieb im Rahmen der Gesamt- oder Volkswirtschaft, das zweite ihn als Unternehmung (Art und Weise der Wirtschaft) und das noch ausstehende dritte als von beiden abhängige bzw. beeinflußte menschliche Arbeit behandelt.

Ausgehend vom Wesen und der Bedeutung der Wirtschaftsbetriebe, ein Abschnitt, in dem besonders die Beziehungen zur Technik Beachtung verdienen, unterrichtet uns das 1. Buch über ihre Arten und Formen nach der Wirtschaftsperson, der rechtlichen Verfassung, dem Gegenstand (der Tätigkeit), der Betriebsgestaltung sowie über die Zusamenschlüsse (Kartelle, Syndikate, Konzerne, Trusts), um dann zu einer knapp gehaltenen Betrachtung der Gesamtwirtschaft (Marktwirtschaft), ihres Ablaufs und des Verhältnisses zum Staat überzugehen. Der Leser wird hier den die nationalsozialistische Wirtschaft und Wirtschaftspolitik skizzierenden Ausführungen vorwiegende Aufmerksamkeit schenken. Mit der Lehre vom Wirtschaftsbetrieb, einem vielen gewiß willkommenen Beitrag zur Kenntnis des Schrifttums und einer kurzen Darstellung der einschlägigen Studiengänge schließt dieser Band.

Gegenstand des 2. Buchs sind zunächst Wirtschaftsplan mit Konjunktur und Konjunkturpolitik, Vermögen, Kapital, Finanzierung. Die Erörterung des Umsatzes und der Kostenrechnung führt zu einer wiederum hervorzuhebenden Behandlung der Preispolitik (Preiskommissar). Der letzte Abschnitt ist dem Gewinn, seiner Ermittlung, Bewertung und Verwendung, dem Verlust wie auch dem Wert der Unternehmung im ganzen gewidmet. Die Kapitel: Rückwirkung der Konjunktur auf den Wirtschaftsbetrieb, Kapitalbedarf und Rationalisierung, Kapitalbilanz, Anlagegüter mit bezüglichen Einzelfragen und den Anhang zur Darstellung des Umsatzes möchte der Berichter noch ausdrücklich in den Vordergrund rücken.

Im Hinblick darauf, daß die Ansichten der Fachwissenschaftler über einzelne Begriffe, das Wesen und die Bedeutung gewisser Wirtschaftsfaktoren voneinander abweichen, ist es zu begrüßen, daß Prion auch die Auffassungen anderer Verfasser zum Vergleich heranzieht. Überdies erleichtert er mit Hilfe zahlreicher, durch den Druck gekennzeichneter Einfügungen, Ergänzungen und Beispiele

das Verstehen der z. T. etwas verwickelten, aber sehr wichtigen Zusammenhänge. Bedarf es nach dem Gesagten noch einer Empfehlung, so sei diese besonders an die Ingenieure und Techniker gerichtet, denen das vorzüglich ausgestattete Werk gerade in der gegenwärtigen Zeit wirtschaftlicher Hochspannung und Neuordnung ein wertvoller Führer sein kann. F. Meißner.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1936. 62. Jg. Begründet v. W. H. Uhland. Bearb. v. Prof. R. Stückle. 1. Teil: Taschenbuch. 2. Teil: Für den Konstruktionstisch. Mit zahlr. Abb., VI/288 u. XII/1062 S. im Format 110 × 170 mm. Verlag Alfred Kröner, Leipzig. Preis geb. 5,40 RM.

Der neue Jahrgang liegt in wieder wesentlich erweitertem Umfange vor. Der Abschnitt „Dampfkessel und Feuerungen" hat weitgehende Änderungen erfahren. Die neuzeitlichen Dampfkesselformen als Sektional-Wasserkammerkessel, Steilrohrkessel und Sonderkessel für Hoch- und Höchstdrücke sind beschrieben. Auch elektrisch beheizte Dampfkessel sind angeführt. Besondere Abschnitte sind dem Überhitzerbau, den Kesselarmaturen, Wasserstandsfernanzeiger bei den hochbauenden Kesseln, Sicherheitsventilen, Speisewasservorrichtungen mit Wasserreinigung, Ekonomisern, Lufterhitzern usw. gewidmet. Elektrische Wärmespeicher und ein Auszug aus den Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen beschließen dies sorgfältig durchgearbeitete und für den Elektrotechniker wichtige Gebiet der Kraftwerksanlagen. Ebenso eingehend sind Rost- und Feuerungsanlagen für die verschiedenen Brennstoffe behandelt, aus denen nur auf die Unterschub-, Halbgas- und Muldenrostfeuerungen hingewiesen sei, die weitgehende Verwendung auch minderwertiger Kohlen bei hoher Wirtschaftlichkeit ermöglichen. Auch die selbsttätige Kesselregelung, die Rauchgasuntersuchung in verschiedener Form, auch auf elektrischer Grundlage, ist enthalten. Mannigfache Verbesserungen hat der Abschnitt „Heizung und Lüftung" erfahren. Zur heute bei den raschlaufenden und hochbelasteten Maschinen sehr wichtigen Frage der Schmierung ist ein umfassender Abschnitt „Öle und Schmiertechnik" neu beigefügt, der besonders durch Angaben zur Auswahl der Schmiermittel im jeweiligen Maschinenbetrieb wertvoll ist. So dürfte der Kalender mit seinen zahlreichen guten Abbildungen und Tafeln auch für den Elektrotechniker ein gut brauchbares Nachschlagewerk sein. A. Przygode VDE.

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugend. 1936. Herausg. v. Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen E. V. Mit 115 Abb., 1 Karte u. 240 S. im Format A 6. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis kart. 0,95 RM, ab 25 Ex. 0,85 RM.

Der Verlag des Jugendkalenders „Technik voran!" ist in diesem Jahre auf B. G. Teubner übergegangen. Damit erscheint das gut eingeführte Jahrbuch diesmal in einer Aufmachung, die seine Verwendung als Taschenbuch — des weichen Deckels wegen — nicht empfiehlt. Der Inhalt ist wieder zeitgemäß und interessant. Bringt er doch aus vielen Gebieten der Technik lehrhafte Beispiele der neuesten Entwicklung! Aufsätze wie „Die Fernmeldetechnik im Dienste des Starkstroms", „Das Unterseeboot", „Deutschlands Luftschiffbau und Luftschiffverkehr" sind geeignet, den Blick zu weiten und das Interesse an der technischen Leistung zu fördern. Ein wichtiges Kapitel friedlicher Eroberung neuen Lebensraumes behandelt der Aufsatz „Landgewinnung und Deichbau an der schleswigholsteinischen Nordseeküste". Überall kommt erfreulicherweise auch die erhöhte Bedeutung der Technik für die Landesverteidigung zur Geltung. Sehr anschaulich sind die Bilder, die guten Zeichnungen und Skizzen. Mit Rücksicht auf das deutsche Olympiajahr hat auch der Sport einen Platz in dem kleinen Buch gefunden. Seines besinnlichen Inhaltes wegen wird es gerne von den Jugendlichen zur Hand genommen werden. Der Humor nach Art der Seite 175 „Auch heimische Treibstoffe" scheint allerdings nicht besonders glücklich. Es wäre zu wünschen, daß der Kalender im nächsten Jahre wieder in der bewährten Form des festen Einbandes gebracht würde, selbst wenn das auf Kosten einiger Textseiten oder Tafeln geschehen müßte. K. Elbel.

Eingänge.

Bücher.

Die Technik in den Berliner Museen. Herausg. v. Verein deutscher Ingenieure, Berlin. Mit IV u. 24 S. im Format 96 · 210 mm. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geh. 0,50 RM, f. VDI-Mitgl. 0,45 RM.

[Der Führer bringt in kurzer, zusammenfassender Form eine Übersicht über sämtliche Berliner Museen, soweit die Technik zu Worte kommt. Der beigefügte Übersichtsplan wird das Auffinden der einzelnen Museen erleichtern.]

Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens Ende 1934. Herausg. v. Ministerium für öffentliche Bauten, Sofia, Abt. f. Elektrizitätsversorg. u. Industrieunternehmungen. Mit zahlr. Tabellen im Format 225 × 325 mm. Staatsdruckerei Sofia, 1935. Preis geh. 30 Lewa.

Die Grundlagen des neuen Patentrechts. Vortrag, gehalten von Staatssekretär Dr. F. Schlegelberger. Mit 24 S. im Format 140 × 220 mm. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1935. Preis geh. 0,90 RM. (Besprechung folgt.)

Klänge und Geräusche. Methoden und Ergebnisse der Klangforschung — Schallwahrnehmung — Grundlegende Fragen der Klangübertragung. Von Prof. Dr. F. Trendelenburg. Mit 154 Abb., VIII u. 235 S. im Format 165 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 24 RM, geb. 25,80 RM. (Besprechung folgt.)

Die große Rundfunk-Fibel. Eine leicht verständliche und doch gründliche Einführung in die Rundfunktechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 66.) Mit 124 Abb. u. 214 S. im Format 140 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis kart. 4 RM, geb. 5,50 RM. (Besprechung folgt.)

Einführung in die Fernmeldetechnik. Wirkungsweise und Schaltungen der wichtigsten Fernmeldeanlagen. Mit einem Anhang: Schaltungen größerer Fernsprechanlagen. Von H. Blatzheim. Mit 221 Abb., 4 Tafeln, IV u. 131/XV S. im Format 160 × 240 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1936. Preis geb. 5,40 RM. (Besprechung folgt.)

Technische Thermodynamik. 1. Teil. Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Bošnjaković. Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen. Unt. Mitwirk. v. Prof. Dr.-Ing. A. Naegel u. Prof. Dr.-Ing. W. Pauer herausg. v. Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Pfützner. Band XI. Mit 176 Abb., 3 Tafeln, XII u. 205 S. im Format A 5. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1935. Preis geh. 13 RM, geb. 14 RM. (Besprechung folgt.)

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Klammroth, Chemische Untersuchungen an siliziumkarbidhaltigen Heizwiderständen. (Erschien auch als Schrift 6 der Schriftenfolge Elektrowärme u. als H. 15 der Mitt. Forschungsinst. f. Elektrowärmetechn. a. d. T. H. Hannover.) T. H. Hannover 1934.

Helmut Koch, Schrumpfungen und Schrumpfungsspannungen bei der Lichtbogenschweißung. T. H. Hannover 1935.

Kurt Schaudinn, Über die dielektrischen Kennlinien des Zwei-Schichten-Kondensators, insbesondere von Mikaisolationen bei 50 Hz. T. H. Berlin 1935.

Heinrich Koch, Verluste und Arbeitsverbrauch von Leonard-Hauptschachtfördermaschinen in Abhängigkeit von ihrer Nennleistung und Ausnutzung. (Erscheint auch i. d. Veröffentl. Verein z. Überwachg. d. Kraftwirtsch. d. Ruhrzechen, Essen.) T. H. Aachen 1935.

Eduard Ernst, Über den Einfluß der Pyrometerschutzhülse bei selbsttätig geregelten Öfen. T. H. Berlin 1935.

Karl Kohler, Belastungs- und Spannungsvorgänge in Drehstrom-Ortsnetzen, untersucht mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung. T. H. Berlin 1933.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 20. März 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 2. April 1936 Heft 14

Zur Eichung von Kugelfunkenstrecken bei Stoßspannungen und Normalfrequenz.

Von **Walter Dattan** VDE, Jena.

621. 317. 728. 089. 6

In den letzten Jahren wurden verschiedene, in der Hauptsache amerikanische Arbeiten über Spannungsmessungen mittels Kugelfunkenstrecken veröffentlicht[1]), deren Ergebnisse große Abweichungen von den genormten, nach dem bekannten Toepler-Peekschen Formeltypus berechneten deutschen und amerikanischen Eichkurven für Normalfrequenz aufweisen. Die Feststellungen verschiedenartiger Einflüsse auf die Spannungsmessung, z. B. der räumlichen Anordnung der Meßfunkenstrecke, der Polarität bei einpolig geerdeten Kugelfunkenstrecken und der seit einiger Zeit bekannten Toeplerschen Knickstelle[2]) führten zu einer erneuten Behandlung der Fragen der Spannungsmessung für Normalfrequenz und Stoß mittels Kugelfunkenstrecken durch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und zur Ausarbeitung eines Versuchsplanes zu Vergleichsmessungen durch das deutsche Komitee bzw. durch den VDE-Ausschuß für Spannungsmessungen auf Grund eines Entwurfes von W. Weicker und L. Binder[3]).

Seit einiger Zeit sind diesbezügliche Stoßspannungseichungen und Messungen bei Normalfrequenz durchgeführt worden, über die hier berichtet werden soll. Für die Messungen stand mir dankenswerterweise das Höchstspannungsversuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft, Hermsdorf/Thür., zur Verfügung.

Eichung von Kugelfunkenstrecken mit Kathodenstrahloszillographen bei Stoßspannungen.

Die Eichungen wurden mittels Widerstandsspannungsteilers unter Verwendung eines mit einer Lösung von Karbolsäure in Alkohol gefüllten Flüssigkeitswiderstandes[4]) durchgeführt, der in bezug auf Spannung, Temperatur und im weitestgehenden Maße auch auf Frequenz unabhängig ist. Seinen Widerstandswert kann man mit der Brücke bestimmen. Er ist also als Spannungsteiler zum Kathodenstrahloszillographen verwendbar. Zur Nachprüfung der mit dieser Anordnung durchgeführten Kugelfunkenstreckeneichung wurde außerdem mit einer kapazitiven Spannungsteilung gearbeitet, die im wesentlichen die gleichen Ergebnisse wie mit Widerstandsteilung lieferte. Zur Spannungsteilung für den Kathodenstrahloszillographen wurde der Endwiderstand der Stoßanlage als Spannungsteiler ausgeführt[5]) (Abb. 1). Die Ablenkung des Schreibstrahles betrug sowohl für positive wie negative Polarität 1 cm für je 2 kV. Die Spannungseichung der Ordinatenplatten wurde mit einem statischen Spannungszeiger durchgeführt, deren Meßbereich bis 10 kV betrug.

Für die Versuche wurde die vom VDE nach den „Leitsätzen für die Prüfung mit Spannungsstößen"[6]) festgelegte Stoßwelle mit einer Stirndauer von 0,5 µs und einer Halbwertdauer von 50 µs verwandt, die annähernd der amerikanischen Normung von 1,5/40 (amerikanische Bezeichnungsweise), also etwa 0,5 bis 1,0 µs Stirndauer und etwa 40 µs Halbwertdauer nach deutscher Bezeichnung entspricht.

C_s Stoßkapazität
R_d verteilter Dämpfungswiderstand
F_s Zündfunkenstrecke
R_E (R_S) Endwiderstand (Spannungsteilerwiderstand)
F_M Meßfunkenstrecke
$K.O.$ Kathodenstrahl-Oszillograph

Abb. 1. Stoßschaltung.

Bei einer Stoßwelle mit einer Rückenhalbwertdauer von 5 µs wurden dieselben absoluten Spannungswerte wie mit der zuerst genannten Stoßwelle erhalten, da ein merklicher Zeitverzug und Spannungsüberhöhung noch nicht auftreten.

Für die Stoßversuche wurde ein Marxscher Stoßgenerator verwandt. Durch Einstellung der Schlagweiten der Zünd- bzw. Zwischenfunkenstrecken des Mehrstufen-Stoßgenerators läßt sich der am Endwiderstand und an der Meßfunkenstrecke auftretende Scheitelwert der Stoßwelle verändern. Diese Steigerung der Schlagweite geschah in dem Gebiet von 0,5 bis 4 cm in Abständen von 0,5 cm, in dem darüber liegenden Gebiet in Abständen von 1 cm, um möglichst viele Meßpunkte zu erhalten. Die jeweils am Endwiderstand bzw. an der Meßfunkenstrecke auftretende Stoßurwelle (Abb. 2) wurde dann oszillographiert. Um eine einwandfreie Kugelfunkenstreckenmessung zu erhalten, wurde der Spannungszusammenbruch durch Leuchtschirmbeobachtung nachgeprüft. Dabei werden die Schlagweiten zugrunde gelegt, bei denen der Zusammenbruch der Spannung genau im Scheitelwert der Stoßwelle erfolgte. Der jeweils gemessenen Schlagweite der Meßfunkenstrecke

Abb. 2. Stoßurwelle 0,5/50 µs.

[1]) F. O. McMillan und E. C. Starr, J. Amer. Inst. electr. Engr. 49 (1930) S. 859. — J. R. Meador, Electr. Engng. 53 (1934) S. 942. — P. L. Bellaschi und P. H. Mc Auley, Electr. J. 31 (1934) S. 228; L'Energia elettr. 11 (1934) S. 559. — W. Weicker, ETZ 56 (1935) S. 423. (Zusammenfassender Bericht über alle in letzter Zeit zu dieser Frage erschienenen Arbeiten; weitere Schrifttumsangaben siehe dort.)

[2]) Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219, und Z. techn. Physik 13 (1932) S. 386; J. Claußnitzer, ETZ 54 (1933) S. 911.

[3]) ETZ 56 (1935) S. 1164 und besonders S. 1243; ferner S. 800.

[4]) A. Gyemant, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 6 (1923) H. 2, S. 58; 7 (1928) H. 1, S. 134. ETZ 49 (1928) S. 534.

[5]) N. Lieber, ETZ 56 (1935) S. 633.

[6]) „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen" VDE 0450/1933, veröffentlicht in ETZ 55 (1934) S. 522.

38. VDE-Mitgliederversammlung München siehe S. 406.

wurde dann der absolute Spannungswert — der aus dem Oszillogramm entnommene Höchstwert der Stoßspannungsurwelle, multipliziert mit dem Übersetzungsverhältnis des Spannungsteilers — zugeordnet.

Zur Eichung wurden einpolig geerdete Funkenstrecken mit Kugeln von 5, 10, 15, 25, 50 und 75 cm Dmr. und waagerechter Anordnung der Elektroden herangezogen, deren Abstand vom Erdboden mindestens das Drei- bis Vierfache des Kugeldurchmessers betrug. Damit der Einfluß geerdeter Teile, Wände und leitender Fremdkörper ausgeschaltet werden konnte, wurde, soweit irgend möglich, ein Mindestabstand von mehr als dem fünffachen Kugeldurchmesser eingehalten. Die 5 cm-Kugeln bestanden aus verchromtem Messing, die von 10 cm Dmr. aus Messing, die anderen aus Kupfer. Als Zuleitungen dienten Messingrohre mit einem Außendurchmesser von 20 mm. Um irgendwelche Schwingungen im Meßkreis zu unterdrücken, wurde noch ein Dämpfungswiderstand aus Silitwiderstandsstäben in der Größenordnung von rd. 400 Ω vorgesehen. Dieser Wert wurde durch Versuche ermittelt. Die Verfälschung des Meßergebnisses beträgt in bezug auf Spannungsteilung am Kathodenstrahloszillograph bei einem Gesamt-Spannungsteilerwiderstand von $R_E = 76\,000\,\Omega$ rechnungsmäßig rd. 0,5 %. In bezug auf den Überschlag an der Kugelfunkenstrecke ist ein Fehler nicht zu befürchten, da der dunkle Vorstrom, der im Augenblick kurz vor dem Überschlag fließt, zu gering ist, um einen meßbaren Spannungsabfall im Dämpfungswiderstand hervorzurufen, wie andere Oszillogramme gezeigt haben. Ein Spannungsabfall tritt vielmehr erst im Augenblick des Überschlages ein, ist also für das Meßergebnis ohne jegliche Bedeutung. Die Verfälschung durch den Dämpfungswiderstand liegt also innerhalb der Meßfehlergrenze.

Kugeln mit einem Durchmesser unterhalb von 25 cm wurden mit einer Kohlebogenlampe bestrahlt, um eine Funkenverzögerung auszuschließen.

So wurden die Eichkurven entsprechend Abb. 3 bis 5 gewonnen. Sie sind sämtlich auf $b = 760$ Torr Druck und eine Temperatur von 20 ° C bezogen. Zum Vergleich ist die jetzt geltende VDE-Eichkurve für 50 Hz eingezeichnet. Die Meßwerte sind in Tafel 1 und 2[7]) zusammengestellt.

Zahlentafel 1.
Überschlagspannungen $U_ü$ von Kugelfunkenstrecken bei positiver Stoßspannung in kV.
[Bezogen auf $t = 20$ ° C und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet (Kugeln in waagerechter Anordnung).]

Schlagweite in cm	Kugeldurchmesser in cm					
	5	10	15	25	50	75
	$U_ü$ in kV					
0,1	*4,6*	*4,6*	—	—	—	—
0,2	*7,9*	*7,4*	—	—	—	—
0,3	*11,0*	*11,0*	—	—	—	—
0,4	*14,0*	*14,0*	—	—	—	—
0,5	17	17	*16*	*16*	—	—
1,0	30	30	*31*	*31*	*30*	*30*
1,5	46	46	46	*46*	*46*	*46*
2,0	60	60	61	*61*	*60*	*59*
2,5	*74*	74	75	75	*74*	*74*
3,0	*85*	88	88	88	*88*	*88*
4,0	*98*	114	116	116	*116*	*116*
5,0	*107*	*138*	142	144	144	*144*
6,0	*115*	*161*	165	167	167	*167*
7,0	*123*	*182*	188	190	190	190
8,0	*130*	*205*	*210*	215	215	215
9,0	*135*	*215*	*230*	245	245	245
10,0	*138*	*225*	*245*	265	265	265
12,0	—	*240*	*275*	310	320	320
14,0	—	—	*305*	355	370	390
15,0	—	—	*315*	*370*	395	410
16,0	—	—	—	*390*	415	440
18,0	—	—	—	*415*	460	490
20,0	—	—	—	*440*	500	540
25,0	—	—	—	*475*	590	650
30,0	—	—	—	*505*	*670*	740
35,0	—	—	—	—	*730*	810
40,0	—	—	—	—	*780*	880
50,0	—	—	—	—	*860*	*990*
60,0	—	—	—	—	—	*1080*
70,0	—	—	—	—	—	*1160*
80,0	—	—	—	—	—	*1220*

[7]) Die nicht kursiv gedruckten Zahlenwerte entsprechen dem vom VDE genormten Bereich.

Zahlentafel 2.
Überschlagspannungen $U_ü$ von Kugelfunkenstrecken bei negativer Stoßspannung in kV.
[Bezogen auf $t = 20$ ° C und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet (Kugeln in waagerechter Anordnung).]

Schlagweite in cm	Kugeldurchmesser in cm					
	5	10	15	25	50	75
	$U_ü$ in kV					
0,1	*4,6*	*4,6*	—	—	—	—
0,2	*7,9*	*7,4*	—	—	—	—
0,3	*11,0*	*11,0*	—	—	—	—
0,4	*14,0*	*14,0*	—	—	—	—
0,5	17	17	*17*	*17*	—	—
1,0	30	30	*31*	*31*	*30*	*30*
1,5	46	46	46	*46*	*46*	*46*
2,0	60	60	61	*61*	*60*	*59*
2,5	*70*	74	75	75	*74*	*74*
3,0	*78*	88	88	88	*88*	*88*
4,0	*90*	107	116	116	*116*	*116*
5,0	*104*	*128*	139	144	144	*144*
6,0	*115*	*147*	157	165	167	*167*
7,0	*125*	*160*	171	185	190	190
8,0	*134*	*170*	*184*	205	215	215
9,0	*139*	*178*	*195*	225	240	245
10,0	*144*	*185*	*205*	240	260	265
12,0	—	*195*	*225*	270	305	315
14,0	—	—	*240*	290	345	360
15,0	—	—	*245*	*300*	365	385
16,0	—	—	—	*310*	385	405
18,0	—	—	—	*325*	415	445
20,0	—	—	—	*340*	445	480
25,0	—	—	—	*370*	505	565
30,0	—	—	—	*395*	*550*	640
35,0	—	—	—	—	*600*	705
40,0	—	—	—	—	*640*	765
50,0	—	—	—	—	*700*	*870*
60,0	—	—	—	—	—	*950*
70,0	—	—	—	—	—	*1020*
80,0	—	—	—	—	—	*1070*
90,0	—	—	—	—	—	*1120*
100,0	—	—	—	—	—	*1140*
110,0	—	—	—	—	—	*1160*
120,0	—	—	—	—	—	*1180*

Eine ebenfalls an der 75 cm-Dmr.-Kugelfunkenstrecke unter denselben oben schon beschriebenen Bedingungen, aber nach einem anderen Verfahren[8]) aufgestellte Eichkurve weist mit diesen Messungen eine für Stoßwerte gute Übereinstimmung auf. Auch die Vergleichsmessungen mittels parallelgeschalteter Kugelfunkenstrecken, wie sie schon H. Bechdoldt zusammen mit A. Weber, allerdings nur für 50 Hz, durchgeführt hatte[9]), geben eine recht gute Übereinstimmung mit der vorgenannten durch Eichung mit Hilfe des Kathodenstrahloszillographen. Als Vergleichsfunkenstrecke diente für Kugeln von 50 und 25 cm Dmr. die Anordnung mit 75 cm-Kugeln, für 15, 10 und 5 cm-Kugeln die mit 25 cm-Kugeln.

Abb. 3. Stoßeichkurve für 5 cm-Kugeln.

Eichung von Kugelfunkenstrecken bei 50 Hz.

Auch für die 50 Hz-Eichkurven wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Arbeiten[10]) Unstimmigkeiten und Abweichungen in bezug auf die absoluten Spannungs-

[8]) N. Lieber, Hescho-Mitt. (1935) H. 71/72, S. 2282.
[9]) H. Bechdoldt, ETZ 50 (1929) S. 1394.
[10]) Siehe Fußnote 1, 3 und 9, ferner W. Estorff, Max. Toepler, S. Frank, ETZ 51 (1930) S. 777.

messungen gegenüber der genormten VDE- bzw. AIEE-Eichkurve festgestellt. Auch bei meinen Messungen stellten sich erhebliche, bis zu 10 % betragende Abweichungen heraus. Die neugefundenen Werte sollen deshalb mit den Stoßeichkurven mitangegeben werden.

Abb. 4. Stoßeichkurve für 15 cm-Kugeln.

Zur Eichung wurden die gleichen einpolig geerdeten Kugelfunkenstrecken verwandt. Die an der Meßfunkenstrecke auftretende Oberspannung des Transformators wurde als Absolutwert aus der gemessenen Primärspannung und dem Übersetzungsverhältnis des Transformators berechnet und der jeweilig gemessenen Schlagweite zugeordnet. Für die Ermittlung des Übersetzungsverhältnisses und des sekundären Scheitelwertes wurde der Kathodenstrahloszillograph über einen Widerstandsspannungsteiler von 2,5 MΩ angeschlossen, der als Flüssigkeitswiderstand in der oben beschriebenen Ausführung gebaut war. Die für die Eichung vorgesehene Meß- bzw. Vergleichsfunkenstrecke wurde zur Vermeidung von Vorentladungen während der Eichung auseinandergezogen.

Abb. 5. Stoßeichkurve für 50 cm-Kugeln.

Vor die Meßfunkenstrecke war wie üblich[11]) zur Unterdrückung von Schwingungen ein entladungs- und weitestgehend induktionsfreier Flüssigkeitswiderstand vorgeschaltet. Die gefundenen Eichwerte sind in Tafel 3 zusammengefaßt.

Zahlentafel 3.

Überschlagspannungen (Scheitelwerte) von Kugelfunkenstrecken bei 50 Hz in kV.

[Bezogen auf $t = 20\,^\circ$C und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet (Kugeln in waagerechter Anordnung).]

Schlagweite in cm	Kugeldurchmesser in cm					
	5	10	15	25	50	75
	$U_ü$ in kV					
0,1	4,6	4,6	—	—	—	—
0,2	7,9	7,4	—	—	—	—
0,3	11,0	11,0	—	—	—	—
0,4	14,0	14,0	—	—	—	—
0,5	16	16	16	16	—	—
1,0	30	30	30	30	30	30
1,5	46	46	46	46	46	46
2,0	58	59	59	59	59	59
2,5	65	74	74	74	74	74
3,0	75	86	86	86	86	86
4,0	88	107	116	116	116	116
5.0	100	126	139	140	144	144
6,0	109	140	156	162	167	167
7,0	116	151	168	185	190	190
8,0	121	159	186	205	215	215
9,0	—	168	200	225	235	245
10,0	—	173	210	245	260	265
12,0	—	180	230	275	300	315
14,0	—	—	240	305	350	365
15,0	—	—	250	315	365	385
16,0	—	—	—	325	380	405
18,0	—	—	—	340	420	450
20,0	—	—	—	355	455	490
25,0	—	—	—	380	525	580
30,0	—	—	—	—	580	660
35,0	—	—	—	—	620	730
40,0	—	—	—	—	650	780
45,0	—	—	—	—	670	830
50,0	—	—	—	—	700	880

Auch hier wurde die Ermittlung der Schlagweitendifferenzen von je zwei parallel geschalteten Kugeln mit verschiedenem Durchmesser durchgeführt. Als Bezugsfunkenstrecke zur Feststellung der absoluten Spannungswerte diente die 75 cm-Kugelfunkenstrecke. Die so gewonnenen Eichwerte sind in den dargestellten Eichkurven mit berücksichtigt worden. Die Versuche wurden so durchgeführt, daß für denselben konstanten Spannungswert nacheinander die Schlagweite an beiden Kugelfunkenstrecken gemessen wurde. Die nicht ansprechende, aber dauernd parallel geschaltete zweite Funkenstrecke wurde dabei so weit auseinandergezogen, daß an ihr keinerlei Entladungen auftraten.

Abb. 6. Schlagweite S_{75} in Abhängigkeit von der Schlagweitendifferenz S_{50}—S_{75}.

[11]) VDE-Sonderdruck 365, s. auch ETZ 47 (1926) S. 594, 862 und VDE-Sonderdruck 0431/1933, s. auch ETZ 54 (1933) S. 459, 640.

Die Toeplersche Knickstelle und der Beginn des Polaritätseffektes bei Stoßspannungen.

Trägt man die oben gefundenen Schlagweitendifferenzen als Abszisse, die Schlagweite der größeren Bezugsfunkenstrecke als Ordinate auf, so ergibt sich für den kleineren Kugeldurchmesser eine deutliche, von Max Toepler gefundene Knickstelle[12]), wie Abb. 6 als Beispiel zeigt. Die Knickstelle liegt bei der Darstellungsweise Abb. 6 für alle Kugeldurchmesser auf der Ordinatenachse. Man sieht weiter aus solchen Kurven, daß der Beginn des

Abb. 7. Einsatzstelle des Polaritätseffektes bei verschiedenem Kugeldurchmesser.

Polaritätseffektes bei Stoßspannungen mit der Knickstelle zusammenfällt. Es scheint also eine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen zu bestehen[12]). Der Einsatz des Polaritätseffektes tritt also auch bei einem bestimmten Verhältnis von Schlagweite zu Kugeldurchmesser s/d auf. Der Wert dieses Bruches fällt mit wachsendem Kugeldurchmesser, wie Tafel 4 am Mittelwert zeigt.

Tafel 4.
Abhängigkeit des Wertes s/d vom Kugeldurchmesser.

Kugeldurchmesser d in cm	$\frac{s}{d} = \frac{\text{Schlagweite}}{\text{Kugeldurchmesser}}$
5	0,50
10	0,36
15	0,29
25	0,23
50	0,16
75	0,13

Abb. 7 verdeutlicht dieses Verhalten. Verbindet man die Punkte, in denen der Polaritätseffekt beginnt, so ergibt sich, daß alle Anfangspunkte für die verschiedenen Kugeldurchmesser auf einer Hyperbel zu liegen scheinen.

Weiter läßt sich durch Ermittlung der Einsatzstelle des Polaritätseffektes auch die Lage der Knickstelle feststellen, so daß sich, falls man infolge Fehlens größerer Kugeldurchmesser eine Schlagweitendifferenzmessung nicht ausführen kann, die Knickstelle nach letzterem Verfahren festlegen läßt. Abb. 8 gibt die Lage der Toeplerschen Knickstelle in Abhängigkeit vom Kugeldurchmesser wieder. Der Knickpunkt für die 75 cm-Kugeln wurde nach dem zuletzt beschriebenen Verfahren gefunden.

Abb. 8. Die Toeplersche Knickstelle in Abhängigkeit vom Kugeldurchmesser.

Weiter wurde die Durchbruchsfeldstärke $\mathfrak{E}_0$ in Abhängigkeit von s/d aufgetragen (Abb. 10), um bei gleichem Kugeldurchmesser ein Streuen der Meßwerte untereinander festzustellen. Diese Prüfung mit Hilfe der Feldstärken ist außerordentlich empfindlich, da Punkte, deren Herausfallen aus der Darstellung der Spannung über der Schlagweite kaum merklich ist, in der Darstellung der Durchbruchfeldstärke über s/d wesentliche Abweichungen vom normalen Kurvenverlauf aufweisen. Grundsätzliche Fehler werden ebenfalls sofort sichtbar.

Abb. 9. Streuung der Meßwerte im Bereich der Toeplerschen Knickstelle für 50 cm-Kugeln.

Die Durchbruchfeldstärke $\mathfrak{E}_0$ ist bekanntlich bei kleiner Schlagweite sehr groß, nimmt mit wachsender Schlagweite rasch ab, um ein Minimum zu durchlaufen und wieder anzusteigen. Wie Abb. 10 erkennen läßt, verläßt jedoch die negative und 50 Hz-Kurve mit einem Knick die

Abb. 10. Die Durchbruchfeldstärke $\mathfrak{E}_0$ in Abhängigkeit von s/d bei 15- und 50 cm-Kugeln.

positive, die dem ursprünglichen Kurvenverlauf entsprechend weiter ansteigt. Die Durchbruchfeldstärke nimmt bei positivem Stoß weiterhin zu, während sie bei negativem Stoß und 50 Hz zunächst etwas absinkt und bei größerem s/d der positiven Durchbruchsfeldstärke wieder zustrebt, wie u. a. auch Abb. 3 für kleine Kugeldurchmesser zeigt

[12]) Siehe Fußnote 2.
[12a]) Har. Müller, ETZ 56 (1935) S. 1379. R. Elsner, ETZ 56 (1935) S. 1405.

und wie es der zu Anfang dieses Aufsatzes erwähnten Arbeit von Meador entspricht, der für 60 Hz bei sehr großen Schlagweiten ein überwiegendes Zünden der positiven Halbwelle findet. Bei negativer Polarität und 50 Hz wird mit wachsendem Kugeldurchmesser die Knickstelle immer weniger ausgeprägt, da die Steigung der Kurve der positiven Durchbruchfeldstärke nach dem Minimum geringer wird.

Schließlich ergab sich im Bereich der Knickstelle und des beginnenden Polaritätseffektes eine auffallende Streuung der Meßpunkte.

Abb. 9 zeigt die prozentuale Streuung der Meßwerte für die 50 cm-Kugelfunkenstrecke. Sie erreicht einen Höchstwert von etwa 6 % an der Knickstelle und fällt dann langsam wieder ab. Die größte Streuung beträgt auch für kleinere Kugeldurchmesser etwa 6 % und nimmt bei Kugeldurchmesser unterhalb 15 cm langsam ab.

Der Streubereich ist in Tafel 5 festgelegt.

Tafel 5.
Gebiet der Streuungen über 2 %.

Streugebiet	Kugeldurchmesser in cm				
	10	15	25	50	75
$\frac{s_1}{d} \cdots \frac{s_2}{d}$	0,36 ··· 0,40	0,29 ··· 0,33	0,21 ··· 0,31	0,12 ··· 0,23	0,08 ··· 0,16

Die Knickstelle für konstantes s/d, wie dies Meador gefunden hat, festzulegen, ist wohl kaum vertretbar; sie stellt nur die Stelle dar, wie auch die Arbeit von Meador[13]) zeigt, von der ab bei 60 Hz allein das Zünden der negativen Halbwelle zum Durchbruch führt. Dieser Umstand scheint zum wesentlichen Teil von der räumlichen Kugelanordnung und damit Feldbildung abhängig zu sein. Für die Eichung von Kugelfunkenstrecken hat die Knickstelle also insoweit Bedeutung, als sie das oben angegebene Streugebiet bestimmt. *(Schluß folgt.)*

[13]) Siehe Fußnote 1.

Die Industrie-Dampfturbine der Gegenwart.

Von Dipl.-Ing. W. Guilhauman, Berlin.

621. 165 : 66/69

Übersicht. Ausgehend von den kleinsten Turbinen, die dauernd oder aushilfsweise zu Beleuchtungszwecken usw. dienen, werden die Vorteile des Getriebes bei kleinen und mittleren Turbinen in der Industrie behandelt, und zwar sowohl hinsichtlich Verbesserung des Wirkungsgrades als auch Anpassung an die mannigfaltigen Betriebsanforderungen der Industrie. Danach werden die durch die Einführung des Hochdruckes notwendig gewordenen neuen Bauarten und die Schaltungen beim Zusammenarbeiten mit vorhandenen Anlagen besprochen. Abschließend werden einige Steuerungen und Aufstellungsfragen erläutert.

In Industriebetrieben sind a l l e Turbinenbauarten und außer ganz großen Einheiten auch alle Leistungen vertreten, so daß der Begriff Industrieturbine nicht durch den Aufstellungsort der Maschine gekennzeichnet ist. Vielmehr versteht man unter einer Industrieturbine eine Ausführung, die den besonderen Betriebsverhältnissen in der Industrie angepaßt ist und irgendwie von der allgemeinen Bauweise abweicht.

Unter den Kleinturbinen sind besonders bekannt die Maschinen für elektrische Lokomotiv- und Zugbeleuchtung mit einer Leistung von 0,5 bis 5 kW, die auch in der Industrie für Beleuchtungszwecke Verwendung finden. In der neuesten Zeit ist eine noch kleinere Turbine von nur 100 W entwickelt worden, die für die Beleuchtung von Industrie- und Feldbahnen sowie ähnlichen Fahrzeugen gedacht ist. Der Lüfter des Stromerzeugers ist so bemessen, daß er bei einer Entlastung des Turbosatzes und dem dadurch verursachten Drehzahlanstieg die gesamte Antriebsleistung der Turbine aufnimmt, so daß sich ein Drehzahlregler am Eintrittsventil der Turbine erübrigt. Die Spannung des verwendeten Generators ist fast unabhängig von seiner Drehzahl, die je nach der Belastung zwischen 3000 und 6000 U/min liegt. Diese Kleinstturbinen sind also an Einfachheit nicht mehr zu übertreffen und bedürfen keiner Wartung.

Die für Lokomotivbeleuchtung entwickelte Turbine wird bis zu Leistungen von 100 kW gebaut und dient in den verschiedensten Betrieben als Aushilfe für den Fall, daß die Hauptstromerzeuger durch irgendwelche Umstände versagen. Der Turbosatz, der auf einem Konsol an der Wand aufgestellt werden kann, wird durch eine daneben angebrachte Vorrichtung selbsttätig in Betrieb gesetzt, wenn die Spannung des Lichtnetzes absinkt. Diese Vorrichtung besteht aus einem Nullspannungsrelais mit einstellbarer Dämpfung, das über zwei hintereinander geschaltete Klinken einen gewichtsbelasteten Hebel freigibt, der das Dampfventil der Maschine öffnet; der Turbosatz kann dann in wenigen Sekunden die Stromversorgung übernehmen.

a b c d

a Getriebeturbine
b Synchronmotor, Generator bei Notbetrieb
c Erregermaschine
d Kühlwasser- und Kondensatpumpe

Abb. 1. Kondensationspumpensatz als Notturbine.

Auf einfache Weise ist in Industriebetrieben mit größeren Entnahme- oder Kondensations-Turbosätzen die Hilfsturbine des Kondensations-Pumpensatzes als Notturbine ausgebildet worden (Abb. 1). Eine Hilfsturbine wird oft ohnehin vorgesehen für den Fall, daß der Antriebsmotor für den Pumpensatz schadhaft wird oder die Stromzuführung aus dem Hausnetz ausbleibt. Diese Hilfsturbine ist dann über den Leistungsbedarf des Pumpensatzes hinaus um den Leistungsbetrag zu vergrößern, der im Notfall für Beleuchtung, Rostmotoren usw. erforderlich ist. Ferner muß anstatt des üblicherweise verwendeten Asynchronmotors ein Synchronmotor aufgestellt

werden, und die nicht lebenswichtigen Leistungsverbraucher sind mit einem Nullspannungsschalter an das Hausnetz anzuschließen, damit der Notturbosatz nicht überlastet wird.

Bei Leistungen bis 100 kW werden Turbine und Stromerzeuger oder Pumpe meist unmittelbar gekuppelt, da die Kosten und der Leistungsverbrauch eines Getriebes mit der dazu erforderlichen Druckölschmierung in einem ungünstigen Verhältnis zur Gesamtmaschine stehen. Dagegen gewinnt bei größeren Leistungen das Zahnradgetriebe eine überragende Bedeutung, und erst Maschinen über 2000 kW werden wieder vorwiegend unmittelbar gekuppelt. Das Zahnradvorgelege erlaubt, für die Turbine eine beliebig hohe Drehzahl und für den Generator eine langsamere Drehzahl als 3000 U/min zu wählen, wodurch eine einfachere Bauart des Stromerzeugers möglich wird.

Die hohe Drehzahl wird aus folgendem Grund gewählt: Bei kleinen Leistungen sind auch die Dampfmenge und der Rauminhalt des Dampfes, den die Maschine verarbeitet, gering. Der Strömungsquerschnitt der einzelnen Turbinenstufen, der durch einen Ring gebildet wird, dessen Querschnitt verhältnisgleich ist der Schaufelhöhe mal dem mittleren Schaufelkranzdurchmesser, ist diesem geringen Rauminhalt des durchströmenden Dampfes anzupassen. Ausreichende Schaufelhöhen, die mit Rücksicht auf günstige Strömungsverhältnisse und damit auf einen guten Wirkungsgrad unerläßlich sind, erfordern bei dem gegebenen Querschnitt kleine Durchmesser, die wiederum bei der im Dampfturbinenbau notwendigen hohen Laufschaufel-Umfangsgeschwindigkeit hohe Drehzahlen verlangen. Das trifft besonders bei hohen Drücken zu, weil dann der Dampfrauminhalt und damit der Strömungsquerschnitt der Turbinenstufen schon bei mittleren Leistungen gering wird. Für Industrieturbinen in dem genannten Leistungsbereich von 100 bis 2000 kW werden am häufigsten Drehzahlen von 12 000 bis 5000 U/min verwendet. Wie klein diese Getriebeturbinen ausfallen, zeigt der Läufer auf Abb. 2, der zu einer Maschine von 700 kW gehört bei einer Drehzahl von 12 000 U/min oder 200 U/s. Die Beanspruchungen dieser schnellaufenden Turbinen liegen wegen ihrer geringen Größe immer noch unter den im allgemeinen Dampfturbinenbau zugelassenen Werten.

Abb. 2. Läufer einer Getriebeturbine, 700 kW, 12 000 U/min.

Das Getriebe bietet den weiteren Vorteil, daß sich die Turbine den mannigfaltigen Anforderungen der Industrie anpassen läßt. Bekanntlich verbrauchen in vielen Papierfabriken, die selbst Holzschliff herstellen, die Schleifer die Hälfte oder mehr der Gesamtleistung. Es liegt nahe, die Schleifer über ein Getriebe von der Turbine anzutreiben, um die elektrischen Umformungsverluste zu vermeiden. Wenn auch der Einzelantrieb der Schleifer durch Elektromotoren für die räumliche Anordnung und den Betrieb unter Umständen vorteilhaft sein kann, so sind doch gerade in den letzten Jahren wieder sehr viele sogenannte Schleiferturbinen geliefert worden, weil sie Ersparnisse an Anlagekosten und laufenden Betriebskosten bringen. Zudem liegen sehr befriedigende Erfahrungen vor aus Anlagen, die schon zehn Jahre in Betrieb sind. Sehr genaue Vergleichsrechnungen ergeben, daß gegenüber dem elektrischen Einzelantrieb ein um 10 bis 15 % geringerer Leistungsverbrauch für die Schleiferei entsteht. Abb. 3 zeigt, von der Stromerzeugerseite aufgenommen, eine besonders für die Papierindustrie entwickelte und häufig ausgeführte Turbinenanlage. Hoch- und Niederdruckteil der zweigehäusigen Turbine, die im Hintergrund mit ihren beiden Steuerungen zu erkennen sind, liegen nebeneinander und arbeiten mit der jeweils günstigsten Drehzahl auf ein zwischen ihren Ritzeln gelagertes Zahnrad. Diese Anordnung zeigt deutlich Abb. 4 an einer ähnlichen Maschine. Das Zahnrad mit einer Drehzahl von 1000 U/min treibt bei der Schleiferturbine die beiden Stromerzeuger und das Ritzel für die zweite Stufe des Getriebes an. Der Gleichstrom für den Teil der Papiermaschine, der mit veränderlicher Drehzahl arbeitet, wird also auch unmittelbar gewonnen, so daß elektrische Umformungsverluste hier ebenfalls vermieden sind. Drehstrom- und Gleichstromerzeuger besitzen je eine Erregermaschine und Tirrillregler. Bemerkenswert ist noch, daß eine solche Kraftmaschine gegenüber anderen Lösungen für die Kraftversorgung einer Papierfabrik die geringsten Kupfermengen erfordert und damit Devisen einspart. — Die schon erwähnte Abb. 4 zeigt eine von zwei für einen chemischen Betrieb gelieferten Doppelentnahmeturbinen in der Werkstatt. Der Hochdruckteil kann von dem Zahnradgetriebe abgekuppelt werden, so daß sich in Notfällen das zweite Gehäuse als reine Kondensationsturbine mit Dampf aus alten Kesseln weiterfahren läßt.

Abb. 3. Zweigehäusige Entnahmeturbine in Zweiwellenanordnung für Antrieb von Drehstrom- und Gleichstromerzeugern sowie Holzschleifern, 3000 kW, 5000/1000/245 U/min.

Abb. 4. Zweigehäusige Doppelentnahmeturbine in Zweiwellenanordnung in der Werkstatt, 3200 kW, 5500/1000 U/min.

In Textilfabriken mit älteren Kraftanlagen, besonders solchen im Ausland, sind zahlreiche Getriebeturbinen erstellt worden, die außer einem Stromerzeuger über die zweite Stufe des Getriebes und der damit gekuppelten Seil- und Riemenscheibe eine vorhandene Transmission antreiben. Im Gegensatz zum Schleiferantrieb über Zahnradvorgelege, der wegen der großen Einzelleistung der Schleifer sehr wirtschaftlich ist, stellt diese Betriebsweise

nur den ersten Schritt zur Verbesserung der Kraftwirtschaft dar. Beim weiteren Ausbau werden in dem Maße, wie die Mittel zur Verfügung stehen, für die einzelnen Leistungsverbraucher Elektromotoren aufgestellt, so daß die Belastung des Hauptstromerzeugers steigt und die der Transmission ständig abnimmt. Der Stromerzeuger ist von vornherein für den Leistungsbedarf bei der endgültigen Elektrisierung bemessen, oder es kann ein zweiter Stromerzeuger angekuppelt werden.

Abb. 5. Höchstdruck-Vorschaltturbine in der Werkstatt, 10 000 kW, 117 atü auf 21,5 atü.

Für industrielle Großbetriebe sind im vorigen und werden in diesem Jahr zahlreiche Turbinen mit Anfangsdrücken von etwa 100 atü und Temperaturen bis 500° sowie Leistungen bis 20 000 kW in Betrieb kommen, die entweder in Neuanlagen Heizdampf für die verschiedensten Herstellungsverfahren abgeben oder in vorhandenen Anlagen als Vorschaltmaschinen arbeiten. Abb. 5 zeigt eine solche Vorschaltturbine von 10 000 kW, und zwar die Bauart, die wegen der damit schon lange vorliegenden guten Betriebserfahrungen am häufigsten gewählt wird. Diese axiale Gleichdruckturbine unterscheidet sich von der Ausführung bei niedrigeren Drücken und Temperaturen hauptsächlich durch die größere Wandstärke des Gehäuses, die längeren Stopfbuchsen, die sehr kräftige Beschaufelung in den Anfangsstufen und durch die verwendeten Werkstoffe. Selbstverständlich hat der Übergang auf Hochdruck noch viele andere Einzelheiten beeinflußt. So geht z. B. in einigen Industriebetrieben das Heizdampfkondensat verloren, und die Kessel müssen mit chemisch aufbereitetem Wasser gespeist werden, wenn nicht eine Verdampfer- oder Umformeranlage aufgestellt ist. Es hat sich gezeigt, daß aus diesem Kesselwasser dann Salze mit dem Dampf in die Turbine gerissen werden und dort die Schaufelquerschnitte verengen. Je nach Grad und Art der Ablagerungen sind solche Turbinen durch Waschen mit Sattdampf, Spülen mit heißen Laugen oder anderen Mitteln zu reinigen.

Bei der Erweiterung einer Kraftanlage durch Aufstellen von Kesseln höheren Druckes bestehen für das Zusammenarbeiten mit den vorhandenen Kraftmaschinen, außer dem einfachsten Fall einer Vorschaltmaschine, zwei Möglichkeiten, die in dem Schaltbild Abb. 6 durch die beiden Pfeile gekennzeichnet sind. Wenn die alten Kessel nach der Aufstellung der Hochdruckkessel stillgesetzt werden, während die vorhandenen Turbinen in Betrieb bleiben, muß die Hochdruckturbine für Entnahme-Kondensationsbetrieb gebaut werden. Häufig werden in Industrieanlagen auch alte Dampfpressen oder alte Dampffördermaschinen, die noch nicht durch elektrische ersetzt sind, mit dem Anzapfdampf gespeist. Kennzeichnend für diese in der letzten Zeit sehr häufig aufgestellten Anzapfturbinen ist der hohe Entnahmedruck von 10 bis 15 atü entsprechend dem Druck der alten Kessel.

Die zweite Möglichkeit für das Zusammenarbeiten ist gegeben, wenn die alte Turbine stillgesetzt wird und nur die alten Kessel weiterbenutzt werden, so daß die Hochdruckturbine nicht für Anzapfbetrieb, sondern für Zweidruckbetrieb gebaut werden muß. Die Niederdruckkessel werden entweder nur bei Ausfall eines Hochdruckkessels oder sogar schon zur Erzeugung der Leistungsspitze herangezogen, nämlich dann, wenn die Hochdruckkessel nur für die Dampfmenge bis zur Bestlast bemessen sind. Die Steuerung dieser Maschine arbeitet folgendermaßen:

Wenn die Hochdruckkessel den Dampfbedarf der Turbine decken können und ihr Druck daher den vorgeschriebenen Wert hat, beeinflußt der Fliehkraftregler allein die Hochdrucksteuerung, wobei die Niederdrucksteuerung vollkommen geschlossen ist. Steigt nun die Leistung über den Bestpunkt oder fällt ein Kessel aus, so wird die Öffnung der Hochdrucksteuerung mit Hilfe des vorgesehenen Druckreglers der anfallenden Hochdruckdampfmenge angepaßt, und der Drehzahlregler betätigt allein die Niederdrucksteuerung.

K 32645

a vorhandene Kondensationsturbine
b neue Hochdruckturbine für Entnahme- (Anzapf-) oder Zweidruckbetrieb

Abb. 6. Schaltung von Hochdruckanlagen.

K 32646

a, c Doppelentnahmeturbine
b, d Dreidruckturbine
a, d Entnahme-Abdampfturbine
b, c Zweidruck-Entnahmeturbine

Abb. 7. Turbine mit drei Steuerungen.

Die Aufstellung von Hochdruckkesseln führt zu besonders interessanten Turbinen, wenn die vorhandenen Maschinen nicht wie in Abb. 6 für Kondensationsbetrieb, sondern für Entnahme- oder Abdampfbetrieb eingerichtet sind, wie es ja gerade in der Industrie häufig vorkommt. Die Aufgaben der früher erwähnten Hochdruck-Entnahmemaschinen und einer Abdampfmaschine, die den Abdampf aus alten Dampffördermaschinen, Pressen, Abhitzekesseln usw. aufnimmt, werden dann von einer sogenannten Anzapf-Abdampf-Kondensationsturbine übernommen (Abb. 7), die der früher erwähnten Zweidruckturbine und einer vorhandenen Entnahmemaschine durch eine Zweidruck-Entnahme-Kondensationsturbine (Abb. 7 *b*, *c*). Beide Bauarten, die drei vollständige Steuerungen besitzen und eine Abwandlung der bekannten Doppelentnahmemaschine bilden, sind in der letzten Zeit ausgeführt worden. Auch die Dreidruckmaschine ist in Industriebetrieben zu finden (Abb. 7), die z. B. in einem Betrieb den jeweils anfallenden Dampf aus Abhitzekesseln mit einem Druck von 5 at und gleichzeitig den anfallenden Abdampf aus Auspuffmaschinen mit einem Druck von 1,2 ata aufnimmt sowie zum Leistungsausgleich noch mit Frischdampf gespeist wird. Fällt der Frischdampfzusatz fort, so handelt es sich um eine Doppelabdampfturbine, die in einem chemischen Werk den jeweils anfallenden Dampf aus zwei Gruppen von Abhitzekesseln mit verschiedenem Druck aufnimmt und zum Leistungsausgleich mit anderen Maschinen parallel arbeitet.

Bei den Maschinen nach Abb. 7 beeinflussen gleichzeitig ein Fliehkraftregler und zwei Druckregler die drei Steuerungen der Maschine über ein Gestänge derart, daß jeder Regler allein die zu ihm gehörige Leistung oder Dampfmenge verstellt. (Verbundsteuerung.) Solche Turbinen sind auch zum Antrieb von Luftverdichtern in Betrieb. Dort wird z. B. der Luftdruck unter Tage gemessen, durch eine Fernwirkanlage zur Maschine übertragen und zum Regeln der Leistung benutzt. In diesem Fall beeinflussen also drei Druckregeler gleichzeitig die Maschine.

Abb. 8. Getriebe-Turbosatz, 900 kW, in Fluranordnung.

Die Verwendung vorhandener Maschinenhäuser oder in Industriebetrieben sogar anderer Räume für die Aufstellung von Turbinen macht es zuweilen erforderlich, daß der Kondensator nicht, wie üblich, unterhalb der Turbine, sondern neben der Turbine aufgestellt wird. Abb. 8 zeigt eine Getriebeturbine, bei welcher der Frischdampf von oben zugeführt wird und der Abdampf durch ein hochgelegtes Abdampfrohr in den daneben liegenden Kondensator strömt. Diese sogenannte Fluranordnung ist wegen der Übersichtlichkeit und leichten Bedienung der gesamten Maschinenanlage beachtenswert.

Zusammenfassung.

Die beschriebenen Maschinen zeigen, daß die besonderen Betriebsverhältnisse in der Industrie die Bauart und die Anordnung der Dampfturbinen wesentlich beeinflussen.

Der Anschluß von Lichtbogen-Schweißmaschinen.

621. 367 : 621. 316. 1. 016. 31

Bei der ständig zunehmendenVerbreitung der elektrischen Lichtbogenschweißung als Ersatz für Nietung sieht sich der Betriebsleiter eines Elektrizitätswerkes sehr oft vor die Aufgabe gestellt, die Zulässigkeit des Anschlusses eines das Netz einphasig belastenden Lichtbogenschweiß-Transformators oder eines dreiphasigen Schweißumformers zu überprüfen. Ein Kriterium für die Zulässigkeit bilden die durch die Schweißmaschine beim Schweißbetrieb hervorgerufenen Spannungsänderungen des Netzes. W. Werdenberg berichtet über Versuche[1]), wonach ein Spannungsabfall von 5 % bereits eine Verminderung der Lichtausbeute bei normalen Metalldrahtlampen von 15 % bedeutet. Unter Voraussetzung einer gleichbleibenden Belastung darf der zulässige Spannungsabfall höchstens bis zu dem genannten Wert gehen. Bei Berücksichtigung der Tatsache, daß beim Schweißbetrieb rasch ineinander übergehende Belastungsschwankungen auftreten — gemäß abgebildeten Schweißoszillogrammen vollzieht sich beim Schweißtransformator der Übergang in etwa drei Perioden, beim Umformer in etwa 10 bis 20 Perioden — dürfen höchstens 3 % Spannungsschwankungen zugelassen werden. Unter der Voraussetzung, daß die Spannungsabfälle im Hochspannungsnetz vernachlässigbar klein sind und auf der Niederspannungsseite durch den Scheinwiderstand des Ortstransformators und der Zuleitung hervorgerufen werden, besonders im letzten Fall also mit wachsender Leitungslänge zunehmen, hat der Verfasser unter Angabe genauer Berechnungsformeln sowohl für Schweißtransformatoren als für Schweißumformer Tafeln für eine höchstzulässige Spannungsschwankung von 3 % aufgestellt, aus denen für drei verschiedene Leitungsquerschnitte von der Ortsstation bis zur Anschlußstelle bei sechs verschiedenen Ortstransformatorengrößen (20 bis 120 kVA) und bei den Spannungen 250/145 und 380/220 V in Abhängigkeit von der höchsten Schweißleistung die zulässigen Anschlußlängen ermittelt sind. Als Ergebnis wird festgestellt, daß sich für den Anschluß von Schweißumformern etwa die doppelten Zuleitungslängen ergeben, ferner, daß eine Vergrößerung der Ortstransformatorenleistung über 100 kVA nur mehr unbedeutende Verbesserungen in den Spannungsverhältnissen bringt.

In einem weiteren Abschnitt wird der Einfluß einphasiger Belastungen auf Drehstromnetze untersucht. Aus einer abgeleiteten Formel geht hervor, daß für ein Verhältnis von 0,2 bis 1 einer einphasigen Last zu einer symmetrischen Drehstromgrundlast der Grundlast an Stelle der einphasigen Last eine symmetrische vom 1,2- bis 1,3-fachen Betrag der einphasigen bei gleichen Transformatorenverlusten überlagert werden kann; der Einphasenanschluß entspricht also in bezug auf Verluste und Belastbarkeit des Transformators praktisch einem Drehstromanschluß von etwa dem 1,25fachen Betrag des Einphasenanschlusses. Der Einphasenanschluß ist in bezug auf Spannungsabfall einem Drehstromanschluß vom 1,7-fachen Betrag des Einphasenanschlusses gleichwertig. Bei der Frage, ob der Bezieher für die genannte Mehrbeanspruchung das energieliefernde Werk entschädigen soll, kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß die Grundgebühr für den einphasigen Anschluß meist das 1,24- bis 1,35fache, im Höchstfall aber — bei bereits voll belasteten Netzen — das 1,7fache der Grundgebühr bei Mehrphasenanschluß betragen soll. Die Erhöhung der Verbrauchspreise infolge der höheren Verluste ist so klein, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann.

S maximale Schweißleistung
s Schweißleistung mit rd. 60 % Einschaltdauer
K Kondensatorleistungen
A Anschlußwerte

Abb. 1.

Zum Schluß wird die Frage der Definition des Anschlußwertes aufgeworfen, für dessen Festsetzung heute noch keine allgemein gültigen Richtlinien vorhanden sind. Werdenberg schlägt vor, den Wert, der 50 bis 60 % der beim höchsten Schweißstrom vorhandenen Scheinleistung beträgt, als Anschlußwert festzusetzen. Der so definierte Anschlußwert bietet nach mehreren Richtungen Vorteile: Er läßt sich sofort durch einfache Messungen nachprüfen. Er entspricht sinngemäß der Definition des Anschlußwertes bei anderen Energieverbrauchern. Er gibt Aufschluß über die höchste Leistungsaufnahme aus dem Netz. Bei dieser Definition des Anschlußwertes ergibt sich, wie Abb. 1 zeigt, von selbst eine im Interesse des energieliefernden Werkes liegende, günstigere Behandlung der mit mehr Kondensatorleistung kompensierten, aber sonst gleichen Schweißtransformatoren. *Wbt.*

[1]) W. Werdenberg, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 678.

Untersuchung über Beeinflussung von Erdschlußrelais beim Einschalten von Erdschlüssen.

Von Walther Koch, Berlin.

(Schluß von S. 332.)

621. 316. 925

Wischerrelais mechanischer Art können die Forderung der Ausnutzung des ersten Stromstoßes und der Festlegung nach dem Ansprechen wegen der Kürze des ersten Stromstoßes in der Regel nicht erfüllen. Weiter unten ist die Lösung der Aufgabe durch ein Röhrenrelais angegeben. Es soll zunächst an einem Zahlenbeispiel gezeigt werden, welchen Einflüssen mechanische Relais mit wattmetrischen Systemen beim Einsetzen von Erdschlüssen unterliegen.

Zahlenbeispiel 1.

Um über die Größenordnung der Drehmomente auf das Erdschlußrelais einen Anhalt zu bekommen, ist das Beispiel einer Einfachleitung nach Abb. 1 (S. 330) durchgerechnet. Man kann diesen Zahlenwerten entnehmen, daß ein enger Zusammenhang zwischen dem Drehmoment des Einschaltvorganges und dem Drehmoment des stationären Vorganges während der ersten Viertelschwingung besteht. Zu beachten ist, daß das Drehmoment durch die Grundwelle vornehmlich von der zahlenmäßig weit überlegenen Blindstromkomponente herrührt, während die Wirkstromkomponente bedeutungslos bleibt im Gegensatz zu einem Relais, das im Dauererdschluß ansprechen soll und dabei als wattmetrisches Relais lediglich dem durch die Wirkkomponente bedingten Drehmoment unterliegt.

Ein 18,8 km langes Kabel mit einer Eigenfrequenz von 2000 Hz entsprechend einer Kreisfrequenz $\omega_0 = 12\,560$ hat die folgenden Leitungskonstanten für den Erdschlußfall, bei dem die drei Leiter hinsichtlich der Induktivität und Kapazität zusammengefaßt betrachtet werden müssen:

Nach Gl. (2) und (2 a) ergibt sich

$$L = \frac{50}{12\,560} = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{H} \qquad \omega_0 L = 50\,\Omega$$

$$C = \frac{1}{12\,560 \cdot 50} = 1{,}6 \cdot 10^{-6}\,\text{F} \qquad \omega C = 0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\Omega}\,.$$

Der bei dieser Frequenz wirksame dämpfende Widerstand R errechnet sich nach S. 330 aus dem Verhältnis $R/L \approx 4350$ zu $R = 4350 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$ entsprechend 17,4 Ω.

Weiter ist

$$\frac{\omega_0}{\omega} = \frac{12\,560}{314} = 40$$

$$\frac{R}{2L} = \frac{17{,}4}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 2{,}16 \cdot 10^3 \left(\frac{1}{s}\right).$$

Mit diesen Zahlenwerten wird nach Gl. (6) der Strom auf der Leitung

$$i = u\,(0{,}02 \sin \omega_0 t\, \varepsilon^{-2160\,t} - 0{,}5 \cdot 10^{-3} \sin \omega t). \qquad (9)$$

Die Amplitude des Einschaltstromes ist daher gerade 40mal so groß wie die des stationären Stromes.

Für die Beurteilung des Antriebes, den ein Erdschlußrelais bekommt, wenn es von dem Summenstrom i und von der Sternpunktsspannung $U \cos \omega t$ gegen Erde beeinflußt wird, muß

a) der Antrieb durch die erste Halbwelle des Einschaltstromes,

b) der Gesamtantrieb während der Viertelschwingung festgestellt werden.

Zu a) Man kann die Spannung während der ersten Halbwelle als konstant ansehen, da sich in der Zeit der ersten Halbwelle der Einschaltschwingung praktisch nichts daran ändert. Die Zeitdauer t dieser ersten Halbwelle ist ein Vierzigstel der Dauer einer Halbwelle der Grundschwingung mit 50 Hz, also gleich $1/40 \cdot \pi/\omega$ s.

Der Antrieb ist somit

$$M_a = u\int_{t=0}^{t=\frac{1}{40}\frac{\pi}{\omega}} i\,\mathrm{d}t = \left\{\begin{array}{l} u^2 \cdot 0{,}02 \cdot \int_{t=0}^{t=\frac{1}{40}\frac{\pi}{\omega}} \sin \omega_0 t\, \varepsilon^{-2160\,t}\,\mathrm{d}t \\ \qquad u^2 \cdot 0{,}0005 \int_{t=0}^{t=\frac{1}{40}\frac{\pi}{\omega}} \sin \omega t\,\mathrm{d}t. \end{array}\right\} \qquad (10)$$

Der letzte Summand der Gl. (10), der von der Grundwelle herrührende Anteil, ist vernachlässigbar klein. Die Lösung lautet dann mit Einsetzung des Wertes 12 560 für ω_0:

$$M_a = 0{,}02\,u^2 \frac{-2160 \sin \omega_0 t - 12\,560 \cos \omega_0 t}{(-2160)^2 + (12\,560)^2}\,\varepsilon^{-2160\,t}. \qquad (11)$$

Die Ausrechnung ergibt dann schließlich

$$M_a = 0{,}24 \cdot 10^{-5}\,u^2 \ \text{VA}.$$

Dieser erste Antriebsstoß dauert eine viertausendstel Sekunde. Wenn nach dieser Zeit der Erdschluß abreißt, wird das Relais im Sinne der Richtung zur Erdschlußstelle angetrieben.

Betrachtet man weiter den Antrieb während einer Viertelschwingung der Grundwelle nach dem Einsetzen des Erdschlusses, so setzt sich dieser aus dem Antrieb der Einschaltschwingung im Zusammenarbeiten mit der Sternpunktspannung und aus dem Antrieb des stationären Ladestromes und der Sternpunktspannung während dieser Viertelschwingung zusammen. Der Antrieb besteht demgemäß aus zwei Gliedern.

Von der Einschaltschwingung rührt das Drehmoment her:

$$M_e = 0{,}02\,u^2 \int_{t=0}^{t=\frac{\pi}{2\omega}} \sin \omega_0 t\, \varepsilon^{-2160\,t} \cos \omega t\,\mathrm{d}t. \qquad (12)$$

Setzt man darin

$$\sin \omega_0 t \cos \omega t = \frac{1}{2} \sin (\omega_0 - \omega)\,t + \frac{1}{2} \sin (\omega_0 + \omega)\,t,$$

so ergibt sich

$$\alpha)\quad \frac{1}{2}\int_{t=0}^{t=\frac{\pi}{2\omega}} \sin(\omega_0 - \omega)\,t\,\varepsilon^{-2160\,t}\,\mathrm{d}t =$$

$$\frac{1}{2}\,\frac{-2160 \sin(\omega_0 - \omega)\,t - (\omega_0 - \omega)\cos(\omega_0 - \omega)}{(-2160)^2 + (12\,246)^2}\,\varepsilon^{-2160\,t} \qquad (13\,\text{a})$$

$$\beta)\quad \frac{1}{2}\int_{t=0}^{t=\frac{\pi}{2\omega}} \sin(\omega_0 + \omega)\,t\,\varepsilon^{-2160\,t}\,\mathrm{d}t =$$

$$\frac{1}{2}\,\frac{-2160 \sin(\omega_0 + \omega)\,t - (\omega_0 + \omega)\cos(\omega_0 + \omega)\,t}{(-2160)^2 + (12\,874)^2}\,\varepsilon^{-2160\,t}. \qquad (13\,\text{b})$$

Setzt man die Grenzwerte ein, so ist unter α)

$$\text{für } t = \frac{\pi}{2\omega} \quad (\omega_0 - \omega)\,\frac{\pi}{2\omega} = 39\,\frac{\pi}{2} \equiv \frac{3}{2}\pi \equiv 270^\circ$$

$$\text{für } t = 0 \quad (\omega_0 - \omega) \quad 0 \quad = \quad 0^\circ.$$

Unter β) ist entsprechend

$$\text{für } t = \frac{\pi}{2\omega} \quad (\omega_0 + \omega)\,\frac{\pi}{2\omega} = 41\,\frac{\pi}{2} \equiv \frac{\pi}{2} \equiv 90^\circ$$

$$\text{für } t = 0 \quad (\omega_0 + \omega) \quad 0 \quad = \quad 0^\circ.$$

Bei der Ausrechnung der Formeln (12 a) und (12 b) zeigt sich, daß die oberen Grenzwerte vernachlässigbar kleine Zahlenbeträge der Formeln gegenüber den unteren Grenzwerten ergeben, so daß sie hier fortgelassen sind. Das Drehmoment wird dann:

$$M_e = \frac{1}{2} \cdot 0{,}02\,u^2 \left\{\begin{array}{l} -(-)\,\dfrac{12\,246}{1{,}55 \cdot 10^8} \\ -(--)\,\dfrac{12\,874}{1{,}69 \cdot 10^8} \end{array}\right\} = 0{,}15 \cdot 10^{-5}\,u^2.$$

Man sieht, daß der Antrieb der abklingenden Schwingung wegen der darin enthaltenen negativen Glieder in Summa wesentlich kleiner ist als der Antrieb der ersten Halbwelle des Einschaltvorganges.

Es bleibt noch das Drehmoment aus dem stationären Ladestrom zu berechnen. Hierfür gilt:

$$M_s = -\omega C u^2 \int_{\omega t = 0}^{\omega t = \frac{\pi}{2}} \sin \omega t \cos \omega t \, dt. \tag{14}$$

Mit Einsetzung der Zahlen wird

$$M_s = 0{,}5 \cdot 10^{-3} u^2 \frac{1}{4\omega} \cos 2\omega t \Big|_{\omega t = 0}^{\omega t = \frac{\pi}{2}} - 0{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{2\omega} u^2$$

oder

$$M_s = -0{,}08 \cdot 10^{-5} u^2 .$$

Die Rechnung zeigt, daß das Gegendrehmoment des stationären Stromes etwa halb so groß ist wie das Drehmoment des Einschwingvorganges. Es besteht somit die Gefahr, daß ein in der zunächst gesperrten Richtung liegendes Relais durch die vorerst geschilderten Verhältnisse in Netzen mit Löschern nachträglich ansprechen kann, da das Gegendrehmoment seinem Betrage nach in der Größenordnung des vom Einschaltvorgang herrührenden Drehmomentes liegt.

Um über die Größenordnung der Einschaltschwingungen und über die Höhe der ersten Amplituden Aufschluß zu bekommen, wenn es sich nicht, wie im vorigen Beispiel, um ein einzelnes Kabel handelt, sondern um ein Kabel, das an einer Sammelschiene liegt, von der noch mehrere Kabel abgehen, ist der folgende Fall kurz betrachtet worden:

Zahlenbeispiel 2.

Entsprechend Abb. 2 wurde angenommen, daß das einzelne Kabel, in dem der Erdschluß auftritt, 6 km lang ist und die von der Sammelschiene abgehenden vier Kabel je 12,8 km. Weiter wurde zur Vereinfachung der Rechnung angenommen, daß eine Dämpfung nicht vorhanden ist, da sie von untergeordnetem Einfluß auf die Frequenz des Vorganges und die erste Höhe des Schaltstoßes ist. Es hat das den Vorteil, daß die Lösung der Differentialgleichung (6) auf S. 331 sehr einfach wird. Die Leitungsinduktivitäten und -kapazitäten sind dann:

$$L = 1{,}28 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{H} \qquad L' = 0{,}68 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{H}$$
$$C = 0{,}51 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{F} \qquad C' = 4{,}35 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{F}\,.$$

In den Gl. (6) und (7) auf S. 331 werden die Faktoren b, d und $n = 0$, da sie die Widerstände als Faktoren enthalten und diese gleich Null angenommen sind. Die Frequenzen der Schwingungen des Ersatzstromkreises unseres Beispiels ergeben sich dann aus der Gleichung

$$a x^4 + c x^2 + e = 0\,. \tag{15}$$

Hierin ist

$$a = 0{,}445 \cdot 10^{-12}$$
$$c = 21{,}2 \cdot 10^{-4}$$
$$e = 22{,}0 \cdot 10^{4}\,.$$

Mit diesen Werten ergeben sich für x die folgenden Zahlenwerte:

$$x_1 = j \cdot 1{,}051 \cdot 10^4 \qquad x_2 = -j \cdot 1{,}051 \cdot 10^4$$
$$x_3 = j \cdot 6{,}79 \cdot 10^4 \qquad x_4 = -j \cdot 6{,}79 \cdot 10^4\,.$$

Der Einschaltstrom setzt sich also aus je zwei Schwingungen zusammen mit den Kreisfrequenzen 10 510 und 67 900. Die Konstanten, welche die Amplituden der Schwingungen bestimmen, ergeben sich nach den Regeln der Operatorenrechnung in Anwendung auf den vorliegenden Stromkreis zu:

$$K_n = \frac{1 + \frac{C}{C'} + L' C x_n^2}{(x_n - j\omega)\left[4 x_n^2 L L' C + 2\left(L + L' + L \frac{C}{C'}\right)\right]}\,. \tag{16}$$

Setzt man nacheinander die Werte für x_1 bis x_4 in diese Gleichung ein, so erhält man

$$K_1 = -j \cdot 0{,}024 \qquad K_2 = +j \cdot 0{,}024$$
$$K_3 = -j \cdot 0{,}0017 \qquad K_4 = +j \cdot 0{,}003\,.$$

Die Gleichung der Einschaltschwingung würde in dieser Schreibweise lauten:

$$\left.\begin{aligned} i_a = u\,[&-j \cdot 0{,}024 \cdot \varepsilon^{j \cdot 10\,551 \cdot t} + j \cdot 0{,}024 \cdot \varepsilon^{-j \cdot 10551 \cdot t} \\ &-j \cdot 0{,}0017 \cdot \varepsilon^{j \cdot 68\,000 \cdot t} + j \cdot 0{,}003 \cdot \varepsilon^{-j \cdot 68000 \cdot t}] \end{aligned}\right\}. \tag{17}$$

Führt man für den Ausdruck ε^{jx} die Größe $(\cos x + j \sin x)$ und entsprechend für ε^{-jx} $(\cos x - j \sin x)$ ein, worin x gleich 10 551 t bzw. 68 000 t ist, so erhält die Gl. (16) die Form

$$\left.\begin{aligned} i_a = u\,(&0{,}048 \sin 10\,551\,t + 0{,}0047 \sin 67\,900\,t \\ &+ j\,0{,}0013 \cos 67\,900 t). \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

Der stationäre Anteil des Leitungsstromes ist

$$i_s = \omega\,(C + C')\,u \cos \omega t = 0{,}0065\,u \cos \omega t\,. \tag{19}$$

Vergleicht man diese Zahlenwerte mit den Werten des vorigen Beispiels, so ergeben sich trotz der Verschiedenartigkeit der Netzgestaltungen die folgenden im wesentlichen übereinstimmenden Beziehungen:

Das Verhältnis der Erdkapazitäten ist $\frac{4{,}86}{1{,}6} = 3{,}03$, d. h. der stationäre Erdschlußstrom in Beispiel 2 ist 3,03mal größer als in Beispiel 1. Der Wellenwiderstand, der im Beispiel 1 50 Ω betrug und eine entsprechende Amplitude des Einschaltvorganges bedingte, ist im 2. Beispiel für den Teil des Einschaltstromes, der mit einer Kreisfrequenz von 10 510 entsprechend 1675 Hz verläuft, durch den Faktor 2 · 0,024 gekennzeichnet, d. h. die Amplitude dieser Einschaltschwingung beträgt das 0,0516fache der angelegten Spannung. Der Vergleich mit der durch den Wellenwiderstand 50 Ω des 1. Beispiels bedingten Amplitude von 0,02 u zeigt, daß die Amplituden in den beiden Fällen im Verhältnis $\frac{0{,}52}{0{,}02}$ gleich 2,58 stehen. Berücksichtigt man, daß bei Beispiel 1 die Frequenz des Einschaltvorganges 2000 Hz, im zweiten Beispiel dagegen nur 1675 Hz beträgt, daß also der Flächeninhalt der ersten Halbwelle im 2. Beispiel im Verhältnis der Frequenzen, also 1,19mal größer ist als im ersten Beispiel, so steht die Wirksamkeit der ersten Halbwelle in beiden Fällen im Verhältnis 2,58 · 1,19 bzw. 3,05, d. h. in demselben Verhältnis wie die Grundwellenströme. Die Wirkung des im zweiten Beispiel mit einer Kreisfrequenz von 68 000, d. h. 10 800 Hz, verlaufenden Stromanteils kann wegen der Kürze seiner Dauer im Verhältnis zu der des mit 1675 Hz verlaufenden Teiles vernachlässigt werden, um so mehr, als dieser Teil bei vorhandener Dämpfung wegen der hohen Frequenz sehr viel schneller abgeklungen sein wird. Dieses Beispiel zeigt, daß die im ersten Beispiel gefundenen Beziehungen zwischen dem Ausgleichsvorgang und der Grundwelle auch auf schwierigere Netzanordnungen mit guter Annäherung übertragbar sind, so daß die dort erworbenen Erkenntnisse auch für die in praktischen Netzen vorhandene Gestaltung anwendbar sind.

Abb. 6. Erdschlußwischerrelais mit Röhrenschaltung.

Für Freileitungen gelten grundsätzlich dieselben Überlegungen, nur sind wegen des höheren Wellenwiderstandes und der doppelten Wellengeschwindigkeit die Beträge für den Anfangsstoßstrom und für den Erdschlußdauerstrom wesentlich geringer, die Frequenzen des Einschaltvorganges bei gleichen Leitungslängen doppelt so groß wie bei Kabeln.

Eine Relaiseinrichtung, die auf den ersten Stoß des Erdschlußstromes anspricht und sich dann sofort gegen weitere Einwirkung sperrt, wurde von Neugebauer angegeben. Das Relais arbeitet mit einer Röhrenschaltung, die für jede Polarität des Stromstoßes je eine Röhre besitzt. Auf die erste Halbwelle des Einschaltvorganges spricht die der Polarität dieses Stoßes zugeordnete Röhre an und macht durch ihr Ansprechen die andere Röhre un-

wirksam. Von den Röhren werden mechanische Relais betätigt, die dann die Anzeige der beschädigten Leitung besorgen. Eine Ausführung des Relais ist in Abb. 6 dargestellt.

Zusammenfassung.

Die Aufgabe, bei Erdschlußwischern, d. h. kurzzeitigen Erdschlüssen von der Dauer einer Viertelperiode und darunter, die Lage der Erdschlußstelle zu erkennen, erfordert Einrichtungen, die auf den ersten Einschaltstoß, der immer eine eindeutige Richtung hat, ansprechen und sofort unabhängig von den nachfolgenden Stromvorgängen gemacht werden müssen. Man kann dafür mechanische Relais nicht mehr verwenden, sondern muß Relais unter Zuhilfenahme von Röhrenschaltungen benutzen, die auf kurzzeitige Vorgänge von beispielsweise $^{1}/_{5000}$ s ansprechen können. Bereits ausgeführte Anlagen haben sich bisher durchaus bewährt.

Erfahrungen über Gewittereinflüsse in Mittelspannungsnetzen und Auswirkung ergriffener Maßnahmen.

Von Dipl.-Ing. O. **Kautzmann** VDE, Karlsruhe/Baden.

621. 316. 1 : 551. 594. 221

Übersicht. Die Sammlung von Erfahrungen über Gewittereinflüsse in Mittelspannungsnetzen mit Hilfe geeignet angelegter Statistiken über die Beobachtungen des Betriebes wird geschildert. Die bezüglich einiger wichtiger Anlageteile gewonnenen Ergebnisse werden mitgeteilt. Über die Auswirkung ergriffener Maßnahmen wird kurz berichtet.

Bei der Vielseitigkeit der Auswirkung von Gewittereinflüssen auf Mittelspannungsnetze genügt es zum Zweck sicherer Schlußfolgerungen nicht, wenn diese auf Grund der Erinnerung des Beobachters an den Hergang und die Folgen einer Reihe von Störungen gezogen werden, da hierbei naturgemäß weniger weit zurückliegende Ereignisse stärker bewertet werden als zeitlich weiter zurückliegende. Um derartige persönliche Einflüsse auszuschalten, wird die Sammlung der Beobachtungen bei der Badischen Landeselektrizitätsversorgung AG. (Badenwerk) in der nachfolgend kurz dargelegten Weise durchgeführt.

Die Betriebsstellen berichten wöchentlich auf vorgedruckten Blättern über die in ihrem Betriebsgebiet eingetretenen besonderen Vorkommnisse an eine Hauptstelle. Diese teilt jeweils mit, auf welche Gesichtspunkte bei der Abfassung der Berichte besonders zu achten ist, wie z. B. Orte von Überschlagspuren, Verhalten von Hochspannungssicherungen, Bewährung von Masterdungen usw. Die Anweisungen an die Betriebsstellen über solche Sonderangaben richten sich danach, welche Fragen im betreffenden Zeitpunkt einer besonderen Klärung bedürfen. Die so zusammenlaufenden Meldungen werden dann in einer monatlichen Beurteilung der Störungen ausgewertet und außerdem auf die einzelnen Anlageteile und Betriebsspannungen verteilt rein zahlenmäßig festgehalten. Der Ort der Vorkommnisse wird auf Netzkarten gekennzeichnet. Bei der Beurteilung der Vorkommnisse werden die Zweckmäßigkeit der durchgeführten Störungsbehebung, das Verhalten des Überstrom-, Überspannungs- und Erdschlußschutzes, der Hergang der Störung sowie die Begründung für die eingetretenen Auswirkungen behandelt.

Die Art der Störungsmeldung und -bearbeitung läßt dann leicht erkennen, ob sich irgendeine Erscheinung öfters wiederholt. Ist dies festgestellt, dann werden den Betriebsstellen die vorerwähnten diesbezüglichen Sonderfragen mitgeteilt, die in den Wochenberichten gegebenenfalls zu beantworten sind. Auf diese Weise wird eine weitere Klärung der beobachteten Erscheinungen erreicht und die Grundlage für die zu treffenden Maßnahmen geschaffen.

Die auf diese Weise gewonnenen Erfahrungen sind weitgehend frei von persönlichen Einflüssen der Beobachter, was um so notwendiger ist, als die schwankende Gewitterhäufigkeit in einem bestimmten Gebiet[1]) über mehrere Jahre ohnehin sehr erschwerend bezüglich der Gewinnung sicherer Ergebnisse wirkt. Dies geht schon aus der Tatsache hervor, daß die Zahl der in dem zugrunde liegenden Netzgebiet (1450 km 20 kV-Leitungen mit 541 Stationen; 380 km 15 kV-Leitungen mit 175 Stationen; 116 km 5 kV-Leitungen mit 57 Stationen) im Zeitraum 1928 bis 1935 aufgetretenen Gewitterstörungen zwischen 118 und 193 jährlich schwankt. Hieraus folgt außerdem, daß eine rein zahlenmäßige Ab- oder Zunahme bestimmter Vorgänge keinen Schluß auf deren Bedeutung für den Betrieb zuläßt, sondern daß die Sammlung des ganzen Herganges der Vorkommnisse notwendig ist, damit die Gleichartigkeit des Verlaufes über eine längere Zeit zum Zwecke der Folgerungen festgehalten wird.

Nachfolgend werden die über das Verhalten einiger wichtiger Anlageteile bei Gewittereinflüssen mit Hilfe des dargelegten Vorgehens gewonnenen Erfahrungen mitgeteilt, und über die getroffenen Maßnahmen berichtet.

I
II
III

Abb. 1. Mastkopf eines Holztragmastes.

I. Isolatoren und Leitungen.

Die nachstehend mitgeteilten Beobachtungen erstrecken sich durchweg auf die Gewitterperioden 1928 bis 1935 einschließlich, da aus den vorstehend angegebenen Gründen die Auswertung nur einer Gewitterperiode wenig Sicherheit für Folgerungen bietet. Es wurde zunächst zu klären versucht, ob die Isolatoren eines bestimmten Leiters bevorzugt beschädigt werden. Das vorhandene Mastbild weist fast ausschließlich Anordnung der Leiter im Dreieck auf, wobei auf der einen Mastseite Leiter I oben, Leiter III senkrecht unter Leiter I und Leiter II allein auf der anderen Mastseite liegen (Abb. 1). Es ergab sich, daß im Mittel auf

[1]) D. Müller-Hillebrand, ETZ 55 (1934) S. 133.

Leiter I . . . . 38,2 %,
Leiter II . . . . 34,4 %,
Leiter III . . . . 27,4 %

der gesamten Schäden entfielen. Die von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Zusammenarbeit mit den Überlandwerken durchgeführten Messungen mit Hilfe von Stahlstäbchen[2]), welche an Masten und Erdseilen eingebaut werden und durch die Intensität und die Polarität ihrer durch den Blitzstrom eintretenden Magnetisierung Schlüsse auf den Einschlagort und die Polarität und Höhe des Blitzstromes zulassen, führten bisher zu folgenden Feststellungen:

1. Die Zahl der Einschläge ist beträchtlich höher als die Zahl der Schäden.
2. Bei Strecken mit Erdseil überwiegen Mast- und Erdseileinschläge, wobei dann bei hohen Masterdungs- oder um Mastdurchschläge infolge besonders hoher Überschlag[3]) auftritt.
3. Bei Strecken ohne Erdseil überwiegen die Leiterseileinschläge, die dann an Eisenmasten oder geerdeten Holzmasten zu Überschlägen von den Leitern nach dem Mast führen.

Prozentuale Schädenverteilung auf den einzelnen Leitern des Mittelspannungsnetzes der Badenwerk-AG.

	Strecken mit Erdseil	Strecken ohne Erdseil Masten geerdet	Strecken ohne Erdseil Masten ungeerdet	Gesamtschaden
Leiter I	10,2 %	15,7 %	12,3 %	38,2 %
„ II	9,6 %	14,5 %	10,3 %	34,4 %
„ III	7,1 %	12,1 %	8,2 %	27,4 %
	26,9 %	42,3 %	30,8 %	100,0 %

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß bei Strecken ohne Erdseil prozentual mehr Schäden eintreten als bei Strecken mit Erdseil, und daß bei Strecken ohne Erdseil die nach oben ungeschützt liegenden Leiter (Leiter I und II) bevorzugt betroffen werden, was die Folgerungen aus den Stahlstäbchenmessungen bestätigt. Da die Isolatorenschäden auf ungeerdeten Holzmasten fast immer mit Mastsplitterungen verbunden waren, wird es sich hierbei überwiegend um unmittelbare Masteinschläge handeln oder um Mastdurchschläge infolge besonders hoher Überspannungen bei Leiterseileinschlägen.

Die Feststellungen bezüglich der Leiterbrüche ergaben, daß diese fast ausschließlich in unmittelbarer Nähe der Maste und nicht im Spannfeld aufgetreten sind. Dies ist daraus zu erklären, daß am Mast in allen Fällen die Stelle schwächster Isolation und damit die Stelle des Überschlags liegen wird.

Die Bestimmung des zur Verhinderung des rückwärtigen Überschlages nötigen Masterdungswiderstandes unter Zugrundelegung der durch die Blitzstromstärke-Messungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen gefundenen Stromstärken ergibt Werte für den zulässigen Erdungswiderstand bei Mittelspannungsnetzen, die praktisch nur in sehr günstigen Fällen erreichbar sind. Anschließend hieran wurde untersucht, ob die Schäden an den Isolatoren eine unmittelbare Folge des Blitzschlages sind oder wegen des Netzkurzschlußstromes infolge des Überschlages eintreten. Die Beobachtungen ließen erkennen, daß Isolatorenschäden in Netzgebieten mit hohen Kurzschlußströmen wesentlich zahlreicher auftreten als in Gebieten mit geringeren Kurzschlußströmen. Die vorliegenden Netzverhältnisse waren für die Klärung dieser Frage besonders geeignet, da getrennt betriebene Gebiete bestehen, deren mittlere Kurzschlußströme im Verhältnis 1 : 5 stehen.

Die über das Verhalten von Isolatoren auf Gittermasten, welche im Zuge ungeerdeter Holzmastleitungen liegen, gesammelten Erfahrungen zeigen, daß die Aufhängepunkte der Leitung an den Gittermasten in diesem Falle als schwache Punkte der Leitung anzusehen sind, an denen häufig außer dem Kurzschluß an der Einschlagstelle im Bereich der Holzmaste weitere Überschläge vom Leiter zum Mast eintreten, welche durch die von der Einschlagstelle ablaufenden Überspannungswellen verursacht werden. Erhöhung der Isolation an den Gittermasten durch Verwendung von Hängeketten hat diese Verhältnisse gebessert (Abb. 2). Vor einer Übertreibung dieser Maßnahme muß jedoch gewarnt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß der Überschlag in der nächstliegenden Station eintritt, wenn diese nicht durch Überspannungsableiter geschützt ist.

Abb. 2. Gittertragmast mit erhöhter Isolation.

Als Hauptursache der Isolatorenschäden ist infolgedessen nicht der Blitzschlag als solcher zu betrachten, sondern die unzureichende Wärme- und Lichtbogenbeständigkeit der Isolatoren gegenüber den Wirkungen des auftretenden Netzkurzschlußstromes. Als Abhilfemaßnahmen kommen deshalb Mittel zur Verhinderung des Überschlages bei eintretendem Einschlag in Frage, wie Verbesserung der Masterden, Auflegen von Erdseilen und möglichst kurze Abschaltzeiten der Schutzeinrichtungen zur Kürzung der Einwirkungsdauer der Lichtbogen.

II. Netzumspanner.

Von den im betrachteten Netzgebiet eingebauten Umspannern für die Belieferung der Ortsnetze wurden im Zeitraum 1928 bis 1935 zwischen 2,3 und 4,5 % der insgesamt eingebauten jährlich durch Gewittereinflüsse beschädigt. Von den Schäden waren 50 bis 75 % Wicklungsschäden und der Rest Durchführungsschäden infolge Durchschlägen oder Überschlägen über Deckel. Die nähere Untersuchung der Wicklungsschäden ließ erkennen, daß der Aufbau und die Isolation der üblichen Umspannerwicklungen den als möglich festgestellten Beanspruchungen nicht gewachsen ist. Es wurden daraufhin vom Badenwerk Versuche über Verwendung anderer Drahtisolationen und eines anderen Spulenaufbaues angestellt. Die gefundenen Ergebnisse wurden bei der Instandsetzung beschädigter Umspanner sowie bei Neubestellungen seit dem Jahre 1928 verwertet. Zur Zeit sind etwa 100 nach diesen Bedingungen gewickelte Umspanner im Betrieb. Schäden durch Gewittereinflüsse sind an diesen bis jetzt nicht eingetreten. Die Hauptmerkmale dieses Wicklungsaufbaues sind: Drahtisolation aus dreifachem Papier und einfacher Baumwolle sowie verstärkte Lagenisolation. Die Auswirkung dieser Maßnahme tritt naturgemäß erst dann stärker in Erscheinung, wenn die Zahl dieser Umspanner einen größeren Prozentsatz der Gesamtzahl der Umspanner erreicht.

III. Drosselspulen.

Die Ergebnisse der von verschiedenen Seiten durchgeführten Versuche mit Drosselspulen vor Umspannern[4]) lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß die auf dem Markt befindlichen Spulen keinen ausschlaggebenden

[2]) Zaduk, ETZ 56 (1935) S. 475.
[3]) A. Matthias, ETZ 50 (1929) S. 1469. — H. Grünewald, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 454; ETZ 55 (1934) S. 505. — W. Zwanziger, EZT 56 (1935) S. 474.

[4]) Gabor, Elektr.-Wirtsch. 25 (1926) S. 307. — A. Smurow, Electritchestvo (1931) Nr. 9.

Schutz für die Umspanner bilden. Um diese Frage auch praktisch zu klären, wurde schon im Jahre 1927 eine Anzahl Drosselspulen ausgebaut. Da diese Maßnahme keine nachteiligen Folgen, wie etwa eine Zunahme der Zahl der Umspannerschäden, zeitigte, wurde der Ausbau systematisch fortgesetzt, so daß z. Z. etwa 60 % aller Netzumspannstationen ohne Drosselspulen betrieben werden. Von den insgesamt eingebaut gewesenen Drosselspulen war etwa ein Drittel mit Widerständen überbrückt. Der Schutzwert der überbrückten Spulen war größer als der der nicht überbrückten, aber in vielen Fällen auch nicht ausreichend. Da die Schäden an Drosselspulen infolge ihrer nicht ausreichenden Kurzschlußfestigkeit nicht unbeträchtlich waren, trat als weiterer Vorteil dieser Maßnahme ein beträchtlicher Rückgang der Schäden an Spulen ein. In vielen Fällen ist außerdem der durch den Ausbau der Spulen eintretende Raumgewinn von Bedeutung.

IV. Hochspannungssicherungen.

Das Durchbrennen von Hochspannungssicherungen, das im Überlandbetrieb häufig zu längeren Unterbrechungen der Belieferung von Ortsnetzen führt, wurde eingehend verfolgt, wobei die Ursache der oft damit verbundenen Röhrenschäden besonders beobachtet wurde. Es ergab sich, daß die Ursache für die Sicherungsauslösungen Kurzschlüsse durch Überschläge auf den Umspannern sind. Sicherungsauslösungen durch den Reststrom bei Erdschlüssen sind nach durchgeführten Versuchen bei den vorliegenden Verhältnissen nicht wahrscheinlich. Überschlagspuren auf den Umspannern bestätigen in zahlreichen Fällen die Richtigkeit dieser Folgerung. Mittelbar bestätigt wird diese Erkenntnis ferner durch die Tatsache, daß auch die Verwendung von Hochleistungssicherungen keine Besserung gebracht hat, da hierdurch nur die Zahl der Rohrschäden zurückging, die auf die ungeeignete Form und die geringe Wärmebeständigkeit der offenen Porzellanröhre zurückzuführen sind. Versuche mit neuen Sicherungsrohren in offener Ausführung sind noch im Gange. Als Abhilfe kommt in erster Linie die Verhinderung der Überschläge durch Einbau von Überspannungsableitern in Frage. Daß die Drosselspulen diese Überschläge früher nicht verhindert haben, ist ein weiterer Beweis für ihre Unzulänglichkeit.

Netzkarte mit Störungsstellen (1925/35)
— Leitungsstrecke
o Station
.• Störungsstelle
A B C D

Abb. 3.

Es ließ sich außerdem feststellen, daß das Auflegen von Erdseilen wesentlich zur Minderung der Sicherungsauslösungen beiträgt, da die Höhe der Überspannungswellen auf Strecken mit Blitzseil infolge des Erdseileinschlages an Stelle des Leiterseileinschlages geringer ist als auf solchen ohne Blitzseil, wodurch der Bereich der betroffenen Stationen in der Umgebung der Einschlagstelle kleiner wird. Erwähnt sei noch, daß die eingangs genannte Einzeichnung der Fehlerstellen auf Netzkarten das Vorhandensein von durch Gewitter besonders gefährdeten Streckenabschnitten auch im behandelten Netzbereich einwandfrei bestätigt. Abb. 3 stellt einen Ausschnitt einer solchen Netzkarte dar, in der die Störungsstellen durch Gewittereinflüsse für den Zeitraum 1925/35 eingetragen sind. Die Strecken *A—B*, *C—D* und das mittlere Drittel der Strecke *B—D* sind deutlich als gefährdet erkennbar.

V. Überspannungsableiter.

Der Vollständigkeit halber sollen nachstehend noch einige Angaben über die Bewährung der eingebauten SSW-Kathodenfallableiter und AEG-SAW-Ableiter gemacht werden. Eingebaut sind z. Z. etwa 122 Ableitersätze, von denen 63 zum Zwecke der Beobachtung und Beurteilung mit Zählwerken ausgerüstet sind. Die seit dem Jahre 1926 geführte Statistik über das Verhalten dieser Ableiter ergibt, daß Überschläge und Schäden in geschützten Stationen bei auftretenden Gefährdungen mit im Mittel 96 % Sicherheit verhindert wurden. In 4 % der Fälle traten besonders bei Zuleitungsstrecken mit ungeerdeten Holzmasten trotz der Ableiter Überschläge ein, die durch Überbeanspruchung der Ableiter bei sehr nahen Blitzschlägen möglich werden. Es kann aus diesem Ergebnis gefolgert werden, daß die genannten Ableiterarten ausreichenden Schutzwert für neuzeitliche Bedürfnisse besitzen.

Zusammenfassung.

Durch zweckmäßige Auswertung von Betriebsvorkommnissen kann man die für eine fortlaufende Erhöhung der Sicherheit der Energieversorgung aus Überlandnetzen nötigen Erkenntnisse bezüglich der Gewittereinflüsse gewinnen, und daraus kann durch Zusammenarbeit mit den Forschungsstellen und Herstellern die Entwicklung brauchbarer Schutzmittel ermöglicht werden.

Die Internationale Automobil- und Motorrad-Ausstellung 1936.

Von Dipl.-Ing. W. Rödiger, Berlin.

629. 113 (064)

Übersicht. Die allgemeine Entwicklungsrichtung im Kraftwagenbau wird aufgezeigt und von den ausgestellten Verkehrsmitteln eine kurze Beschreibung gegeben[1]).

Der heutige Stand der Entwicklung ist durch folgende Richtungen gekennzeichnet:

1. Durch zielbewußte Ausgestaltung und vermehrte Anwendung der bewährten Bauarten früherer Jahre, wie Frontantrieb, Heckmotor, Stabfederung, Luftkühlung der Motoren, Schwingachsen, Getriebe (in der Richtung zur Verselbsttätigung), Elektroschweißung der Rahmen usw.

2. Durch Einführung einiger Neuerungen, wie die erstmalige Verwendung von Dieselmotoren für Personenwagen und der Dieselmotor mit liegenden Zylindern (Boxer-Bauart) für Omnibusse und Lastwagen.

3. Durch das Bestreben, heimische Treibstoffe zu verwenden, wobei der Bau geeigneter Elektrowagen besonders gefördert wurde.

[1]) Über die Elektrotechnik auf der Ausstellung vgl. H. Hasse, ETZ 57 (1936) H. 10, S. 275.

4. Durch die Forderung nach größerer Geschwindigkeit und höheren Leistungen für den Verkehr auf den Reichsautobahnen.

Personenwagen.

Eine Neuerung der Personenwagenschau war der von zwei Firmen gezeigte Dieselmotor für Personenwagen. Der eine, ein Vierzylinder mit 2,6 l Hubraum und einer Leistung von 45 PS, war in einen Kraftwagen eingebaut, der mit Doppelschwingachsen, Einzelradlenkung und hydraulischen Bremsen ausgerüstet war. Der andere, ebenfalls ein Vierzylinder mit 1,640 l Hubvolumen, hat eine Dauerleistung von 32 PS bei 3500 U/min. Beide Motoren arbeiten nach dem Vorkammersystem. Der Brennstoff wird durch eine Boschpumpe zugeführt. Besonders wurde auf schnelles Anspringen des Motors und auf ruhigen Gang geachtet.

Lastwagen und Anhänger.

Bei den Lastwagen wird mehr und mehr der Dieselmotor zum Betrieb genommen. Die hohen Geschwindigkeiten auf den Reichsautobahnen veranlaßten den Einbau stärkerer Motoren. Diese sind zum Teil neben dem Führersitz, im Rahmen oder im Heck angeordnet, um so eine bessere Fahrbahnübersicht, größeren Nutzraum und eine gesteigerte Wendemöglichkeit zu erzielen. Der Motor mit liegenden Zylindern (Boxer-Bauart), der für diese Anordnung besonders geeignet ist, beansprucht verhältnismäßig wenig Raum und ist in der neuen Anordnung bequem zu bedienen.

Im Anhängerbau werden jetzt ebenfalls Schwingachsen angewendet. Um den Anforderungen, die die größeren Geschwindigkeiten stellen, gerecht werden zu können, werden Öldruck-Stabilisatoren, zwangläufige Steuerung der dritten Achse bei Dreiachsern, Durchbildung von hydraulischen und Druckluftbremsen und die Selbstspurung in beiden Richtungen verwendet.

Omnibusse.

Zahlreiche für den Verkehr auf den Autobahnen bestimmte Omnibusse waren ausgestellt. Entsprechend ihrem Verwendungszweck werden fast durchweg Niederrahmenfahrgestelle genommen, um eine möglichst tiefe Schwerpunktslage zu bekommen. Durch den Einbau von Motoren mit liegenden Zylindern haben manche Bauarten eine völlig veränderte Form erhalten, die man mit dem neuen Wort „Trambus“ bezeichnet.

Fahrzeuge mit heimischen Treibstoffen.

Die zahlreich gezeigten Fahrzeuge mit eingebauten Generatoren zur Erzeugung von Treibgasen aus festen Brennstoffen waren entsprechend den technischen Erfahrungen weiter entwickelt. Um den bei verschiedenen gasförmigen Treibstoffen eintretenden Leistungsabfall der Motoren, der teilweise bis zu 40 % beträgt, auszugleichen, werden größere Motoren und gleichzeitig eine stärkere Verdichtung angewandt. Die größere Verdichtung erfordert allerdings stärkere Anlaßmaschinen und daher höhere Anlagekosten. Die für den Nahverkehr besonders geeigneten Elektrofahrzeuge sind schon früher beschrieben worden[2]).

Sonderfahrzeuge.

a) Reichspost.

Die Reichspost zeigte einen Kraftpost-Kurswagen, der ähnlich wie ein Bahnpostwagen eingerichtet ist, und ein aus Zugwagen und Anhänger bestehendes fahrbares Postamt, das bei großen Kundgebungen und ähnlichen Anlässen eingesetzt wird. Daneben waren ein Kraftomnibus mit Allradantrieb für Bergstrecken, ein Hochleistungs-Schneepflug und ein Personenwagen für den Rundfunk-Störungsdienst zu sehen.

[2]) ETZ 57 (1936) H. 10, S. 275.

b) Reichsbahn.

Auf dem Stande der Reichsbahn war der schon bekannte Schwerlastwagen mit 12 bzw. 24 Rädern beachtenswert, der zur Beförderung von beladenen Eisenbahnwagen und anderen Schwerlasten in der Stadt und auf sonstigen gleislosen Strecken dient. Dieser Wagen hat eine Tragfähigkeit von 80 t und wird von einem Schlepper gezogen. Neben einem Schnellreiseomnibus für die Autobahnen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h waren dann noch der Antrieb eines Dampfwagens, bestehend aus Dampfmaschine und Kraftübertragung auf die Hinterachse, und einige starke Triebwagenmotoren ausgestellt.

c) Wehrmacht.

Der Stand der Wehrmacht enthielt mehrere geländegängige Fahrzeuge mit Allradantrieb, einzeln gefederten Rädern, Schraubenfedern und einer Radaufhängung, die man als Trapezschwinger bezeichnen kann. Der Antrieb von der Triebachse wird durch ein Zwischengetriebe abgenommen, das entweder mit dem Schaltgetriebe zusammengebaut oder gesondert davon aufgehängt ist. Vielfach wird auch eine Allradlenkung eingebaut, die in besonderen Fällen umschaltbar ist auf Vorderradlenkung. Die Höchstgeschwindigkeiten liegen bei 70 bis 80 km/h.

Motorräder.

Bei den Motorrädern werden alle beweglichen Teile nach Möglichkeit gekapselt. Das Leichtkraft- und Motorfahrrad scheint mehr und mehr Verbreitung zu finden. Als Antrieb wird dem Flachkolben-Zweitakter mehr Beachtung geschenkt. Vorherrschend ist die Zusammenfassung von Motor und Getriebe in einen Block. Einige hochwertige Maschinen hatten liegende gegenläufige Zweizylindermotoren, Vierganggetriebe und kombinierte Hand- und Fußschaltung.

Synthetischer Gummi.

Die Herstellung synthetischen Gummis ist nunmehr gelungen; seine Erzeugung war in Bildern und Schautafeln dargestellt. Die Ausgangsstoffe sind Kalk und Kohle, also Stoffe, die in reichem Maße in Deutschland gefunden werden. Durch Polymerisationsverfahren wird ein Werkstoff geschaffen, der gegenüber dem Kautschuk vielfach bessere Eigenschaften besitzt. Auf der Ausstellung wurden Automobilreifen gezeigt, deren Lebensdauer 110 bis 125 % gegenüber aus Kautschuk hergestellten Reifen beträgt. Praktische Versuche haben außerdem gezeigt, daß der neue Werkstoff temperaturbeständiger ist und Alterungserscheinungen in geringerem Maße auftreten.

Kraftfahrzeug-Handwerk.

Die Schau des Kraftfahrzeug-Handwerks vermittelte einen Einblick in die hohe Bedeutung, die dieser Gewerbezweig für die Motorisierung des Verkehrs hat. Es waren Werkstände aufgebaut mit allen für die Untersuchung und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen erforderlichen Geräten und Maschinen. Darunter sah man eine Zylinder- und Kurbelwellenschleiferei, einen Werkstand für die elektrische Ausrüstung der Wagen, eine Batteriewerkstatt, eine Vulkanisieranlage, eine Tankstelle und schließlich noch eine Kundendienstschule.

Zusammenfassung.

Die Entwicklung im Kraftfahrwesen paßt sich einerseits an die einzelnen Aufgabengebiete an, und zwar beim Fernverkehr durch Erhöhen der Leistung und Geschwindigkeit, im Nahverkehr durch wirtschaftliche Bemessung der Geschwindigkeit entsprechend den Erfordernissen des Stadtverkehrs, und anderseits an die Notwendigkeit, heimische gasförmige und feste Treibstoffe neben dem heimischen Treibstoff „Elektrizität“ zu verwenden. Ferner werden Einrichtungen zur selbsttätigen Einschaltung der Gänge und Einrichtung der Motoren für billige Brennstoffe die Richtung der weiteren Entwicklung sein. Der Nahverkehr wird dem hier wirtschaftlichsten Fahrzeug, dem Elektrowagen, immer mehr zufallen.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 171 **Verfahren zur Anfertigung von Spanntafeln für Hochspannungsfreileitungen.** — D. O. Ehrenburg veröffentlicht ein einfaches und genaues Verfahren zur Anfertigung von Spanntafeln für Hochspannungsfreileitungen für alle betrieblich möglichen Fälle, also auch sehr weite oder stark geneigte Spannfelder. Alle Rechnungen können mit einem 50 cm-Rechenschieber ausgeführt werden. Zur Verwendung gelangen nur die von ihm aufgestellten zehn Grundformeln und eine vorberechnete Funktionstafel, in der die vorkommenden hyperbolischen und anderen Funktionen vereinigt sind. Mit Rücksicht auf die außergewöhnlich großen Spannweiten — als Beispiel wird die Überquerung des Mississippi mit einer Spannweite von 1305 m durchgerechnet — entwickelt Ehrenburg seine Grundformeln streng nach der Kettenlinie. Um seine Endformeln auf einen rechnerisch einfachen Wert zu bringen, nimmt er einen immer wieder auch in Verbindung mit hyperbolischen Funktionen auftretenden Ausdruck

$$z = \frac{a\,g}{2\,H},$$

einen reinen Zahlenwert, als Hilfsparameter an, den er in der genannten Funktionstafel verschiedene Werte von 0 bis 0,5 durchlaufen läßt. Eine Änderung dieses Hilfsparameters entspricht jeweils verschiedenen Zuständen, denen das Seil unterworfen ist. Man erhält so in einem zunächst aufgebauten Diagramm Kurven für verschiedene Belastungen, und zwar nacheinander die Kurve für Höchstbelastung, also Wind- und Eislast, dann unter Einzeichnung der Linien gleicher Temperatur, indem einfach der Neigungswinkel und Abstand berechnet wird, die Kurve für den unbelasteten Zustand und von da aus alle u. U. erforderlichen Kurven für Eislast oder für Windlast, ferner auch in besonderem Maßstab die Kurven für den „Durchhang“ d bzw. die „Durchbiegung“ D [deflection] des Seiles. Rechnerisch bedingt und neuartig ist auf jeden Fall auch die Auftragung der Spannungen in diesem Diagramm als Funktion der sogenannten nachgelassenen Länge [slack] des Seiles, nämlich der Differenz zwischen der Bogenlänge des durchhängenden Seiles und der Entfernung der Aufhängepunkte. Bemerkenswert ist ferner, daß stets unterschieden wird zwischen einer Spannung im oberen Aufhängungspunkt und einer ermittelten mittleren oder effektiven Spannung für den jeweiligen Belastungsfall. Von diesem Diagramm, das also alle Zustände des Seiles und Werte für Spannungen, Durchhänge und Temperaturen vereinigt, gelangt man zu der beim Spannen verwendeten Spanntafel, in die man die Spannung am oberen Aufhängepunkt (zu messen durch Dynamometer) den Durchhang bzw. die Durchbiegung als Funktion der Temperatur aufträgt, deren Werte man dem vorgenannten Spannungs-Temperatur-Diagramm entnimmt.

In einem Anhang zeigt der Verfasser das Verfahren auf, um den Einfluß der Abspannketten, insbesondere hinsichtlich der Erhöhung der Spannung im Seil, zu berücksichtigen. Mit Hilfe einer Annäherung berechnet er die Differenz der Spannweiten mit Abspannkette und des Seiles ohne Abspannkette und trägt diesen Wert ebenfalls als Funktion der oben erwähnten nachgelassenen Länge des Kabels [slack] in ein Diagramm ein, das sich nunmehr für die geänderten Spannungen des Seiles ergibt. Nach seiner Zustandsgleichung bestimmt er sodann graphisch den Wert der Spannung für die in Frage kommenden Temperaturen. Ehrenburg kommt dann mit Rücksicht auf die außerordentlich großen, in Deutschland noch nicht angewandten Spannweiten zu der Schlußfolgerung, daß die Spannungserhöhung infolge der Abspannketten in vielen Fällen vernachlässigt werden kann. Bedauerlicherweise geht er nicht auf den hier besonders interessierenden Einfluß der Abspannketten bei kleinen Spannweiten ein.

Das Verfahren ist zweifellos den in Deutschland üblichen Verfahren bei der Berechnung von außergewöhnlich großen oder stark geneigten Spannfeldern hinsichtlich der Genauigkeit überlegen und verdient deshalb Beachtung. [D. O. Ehrenburg, Electr. Engng. 54 (1935) S. 719.] *W. Sß.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 1. 047. 4 : 551. 571. 7 **Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Arbeiten der Bürsten.** — Wenn ein Betriebsingenieur entdeckt, daß die Bürsten einer elektrischen Maschine, besonders die Schleifringbürsten, plötzlich anfangen, stark zu stauben, so daß sie in wenigen Stunden aufgebraucht sind, wird ihm kaum der Gedanke kommen, das Wetter könne daran schuld sein. Und doch beeinflußt die Luftfeuchtigkeit den Lauf der Bürsten, wie schon Neukirchen in seinem Buch „Kohlebürsten“ andeutet, das in der ETZ 56 (1935) S. 747 besprochen wurde. Neukirchen verweist auf S. 38 auf einen Aufsatz von Bracken[1]) „Feuchtigkeitskontrolle verhindert Schleifringbürstenverschleiß“. Hiernach wird die Luft in dem Maschinenraum einer großen Elektrizitätsgesellschaft in Amerika künstlich befeuchtet, so daß die relative Feuchtigkeit nicht unter 18 % sinkt.

I_m Strom des Antriebsmotors in A
Δu_2 Spannungsabfall der Plus- u. Minusbürsten zusammen in V
Δu_1 Spannungsabfall unter den Bürsten einer Polarität in V
ϱ Reibungszahl
φ Feuchtigkeitsgehalt in g/m³

Abb. 1. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf Bürstenreibung und Spannungsabfall.

In einem kürzlich erschienenen Aufsatz berichtet J. V. Dobson eingehend über Versuche, die den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Arbeiten der Bürsten klären sollten. Auf einem genuteten Kupferzylinder, der mit 25 m/s Umfangsgeschwindigkeit von einem Elektromotor angetrieben wurde, waren Elektrographitbürsten aufgesetzt und mit 7,7 A/cm² belastet. Aus der Stromaufnahme des Antriebsmotors wurde die Bürstenreibung errechnet. Es zeigte sich nun, daß bei einer Luftfeuchtigkeit von 12 g/m³ die Reibungszahl 0,25 und der doppelpolige Spannungsabfall unter den Bürsten 2,5 V betrug. Wurde die Luftfeuchtigkeit auf 5 g/m³ verringert, dann stieg die Reibungszahl auf 0,8 an, der Spannungsabfall sank dagegen auf 1,6 V (Abb. 1). In einem zweiten Versuch wurde das Verhalten der unbelasteten Bürsten untersucht, die bekanntlich — besonders Elektrographitbürsten — im stromlosen Zustand zum Rasseln neigen. Zwei Stunden lang zeigte sich nichts Außergewöhnliches bei diesem Versuch, dann nahm die Reibung zu, erst allmählich, dann schnell. Bei normaler Kühlluftmenge hielt die hohe Reibung an. Erst als die Kühlluftmenge verdoppelt wurde, ging die Reibung in demselben Maße zurück, wie sie angestiegen

[1]) Bracken, Electr. Wld., N.Y., 102 (1933) S. 410.

war. Somit können zwei Gründe für den Bürstenverschleiß maßgebend sein: mangelnde Feuchtigkeit oder zu geringe Kühlung. Da jedoch nach Abb. 1 die Reibung sofort nach der Feuchtigkeitsverminderung eintritt, hält Dobson den ersten Grund für wahrscheinlicher. Gewiß mögen noch andere Ursachen beim Bürstenverschleiß mitsprechen, aber eine ganze Reihe von Versuchen habe bewiesen, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Luft einen großen Einfluß auf den Lauf der Bürsten hat. Um den Feuchtigkeitsgehalt eines zu trockenen Maschinenraumes zu erhöhen, empfiehlt Dobson Einblasen von Naßdampf und nicht etwa Zerstäuben von Wasser, weil durch die letzgenannte Maßnahme die sich an den Wassertröpfchen niederschlagenden Staubteilchen auf Ringe und Kommutator geraten und so zu anderen Störungen Anlaß geben könnten.

Dem Berichter sind verschiedene Fälle aus der Praxis bekannt, wo bei Eintreten von Frostwetter Schleifringbürsten in kurzer Zeit restlos verstaubten. Ein Versuch zeigte, daß dieser schnelle Verschleiß auch bei anderen, nacheinander aufgesetzten Bürstenmarken auftrat, also vom Bürstenstoff unabhängig war. Erst als man die von außen angesaugte Kühlluft drosselte oder überhaupt absperrte und die Ringe mit Maschinenhausluft kühlte, war die Störung für immer behoben. An mangelnder Kühlung kann es hierbei bestimmt nicht gelegen haben, wohl aber deutet alles darauf hin, daß Feuchtigkeitsmangel an dem plötzlichen Bürstenstauben schuld war. Denn unterhalb 0 °C enthält die Luft, selbst im Sättigungszustande, weniger als 5 g/m³ Wasser. Somit fehlte den Schleifringen die zur Schmierung notwendige Flüssigkeitshaut, und trockene, erhöhte Reibung führte zum Zermahlen der Bürsten. [J. V. D o b s o n , Electr. J. 32 (1935) S. 527.] *Zrn.*

621. 313. 33. 0251 : 621. 3. 017 **Trennung der Verluste von Einphasen-Induktionsmotoren.** — Um die magnetischen und elektrischen Beanspruchungen des Ständers und Läufers beurteilen zu können, müssen die mit Hilfe der direkten Messung gewonnenen Gesamtverluste in die Einzelverluste aufgeteilt werden. Dies gelingt mit Hilfe der allgemein bekannten Meßverfahren erst nach Kenntnis der Kupferverluste in der Sekundärwicklung. Die zur Berechnung dieser Verluste erforderlichen Gleichungen werden abgeleitet. Mit Hilfe der Querfeldtheorie ergeben sich die Kupferverluste in der Sekundärwicklung bei Belastung zu

$$V_{\mathrm{Cu}\,2} = \left[\frac{s\,(2-s)}{(1-s)^2} + \frac{2\,(r_2/x_0)^2}{[s\,(2-s) - (r_2/x_0)^2]\,[1-s]^2}\right] N$$

und bei Leerlauf zu

$$V_{\mathrm{Cu}\,20} = 0{,}5\,\frac{x_0 - x}{x_0}\,r_2\,I_0^2\,.$$

Mit Hilfe der Drehfeldtheorie werden die Kupferverluste in der Sekundärwicklung ermittelt zu

$$V_{\mathrm{Cu}\,2} = I_1^2\left[\frac{0{,}5\,\dfrac{x_0 - x}{x_0}\,r_2}{1+\left(\dfrac{r_2/x_0}{s}\right)^2} + \frac{0{,}5\,\dfrac{x_0 - x}{x_0}\,r_2}{1+\left(\dfrac{r_2/x_0}{2-s}\right)^2}\right].$$

Hier sind s der Schlupf, N die mechanische Leistung des Motors, I_1 der Primärstrom, I_0 der Leerlaufstrom. Die Konstanten r_2, x und x_0 werden aus den Meßwerten der Leerlauf- und Kurzschlußprobe abgeleitet. Ähnliche Gleichungen ergeben sich für den Kondensatormotor. Die Brauchbarkeit des angegebenen Berechnungsverfahrens hat der Verfasser an Motoren von 0,25 bis 2,2 kW überprüft. [C. G. V e i n o t t, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1302.] *Ray.*

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 6 **Stromrichtgefäße für den Starkstrombetrieb.** — Nach einer grundlegenden Darstellung der physikalischen Vorgänge in den einzelnen Entladungsgefäßarten untersucht A. G a u d e n z i ihre Verwendbarkeit für die Starkstromtechnik, insbesondere für die Gleichstrom-Hochspannungs-Kraftübertragung. Die zu erwartenden Leistungsgrenzen und Eigenschaften der verschiedenen Ventilarten gibt die nachstehende Zahlentafel 1 wieder, die aus den Angaben von Gaudenzi zusammengestellt worden ist. Die dampfgefüllten Stromrichtgefäße, die ihre technische Brauchbarkeit schon unter Beweis gestellt haben, werden in der Zukunft in der Starkstromtechnik bei der Stromumformung die erste Stelle einnehmen. Die hohe Strombelastbarkeit, die vielseitigen Steuerungsmöglichkeiten und die große Wirtschaftlichkeit lassen sie sowohl für den Niederspannungsbetrieb als auch für die Gleichstrom-Kraftübertragung gleich gut geeignet erscheinen. Der Hochvakuumstromrichter, der sich theoretisch für die Gleichstrom-Kraftübertragung am besten eignet, steht noch in den ersten Anfängen der Entwicklung. Die bisher erreichten Grenzleistungen sind für ungesteuerte Ventile (Kenetrons) 650 kV bei Strömen unter 1 A und für gesteuerte Ventile (Senderöhren für Großrundfunksender) 10 bis 20 kV bei einem Sättigungsstrom von 200 A. Die Zahlen lassen erwarten, daß nach einer allerdings mühseligen Entwicklung die in der Zahlentafel angegebenen Werte erreicht werden können.

Zahlentafel 1.

	gittergesteuertes		
	Glühkathoden-Hochvakuumventil	dampfgefülltes Glühkathodenventil	dampfgefülltes Hg-Kathodenventil
Spannungsgrenze	200 kV	50 kV	50 kV
Kathodenstrom	über 200 A	5000 A	10 000 A
Spannungsabfall	rd. 1000 V	< 20 V	20 ··· 30 V
Lebensdauer	10 000 h	10 000 h	unbegrenzt
Rückzündsicherheit	theoretisch ausgezeichnet	praktisch sehr gut	nicht ganz so gut wie beim Glühkathodenventil
Steuerbarkeit	hohe Steuerspannung, aber kontinuierliche Steuerung	Zündsteuerung, später vielleicht Löschsteuerung	
Anodenzahl in einem Gefäß	1	beliebig	
Betriebsbereitschaft	½ h Anheizzeit der Kathode	½ h Anheizzeit der Kathode	sofort. Betriebsbereitschaft
konstruktive Anforderungen	vollständige Entgasung der Einbauten. Intensive Kühlung wegen der beträchtlichen Anodenverlustleistung	—	Zünd- und Erregerelektroden erforderlich
betriebliche Eigenschaften	hohe Anforderungen an die Vakuumhaltung. Begrenzung des Kurzschlußstromes infolge Sättigungsstrom	geringere Anforderungen an die Vakuumhaltung	
Anwendungsgebiete	Gleichstrom-Hochspannungskraftübertragung	alle Verwendungsmöglichkeiten im Niederspannungsbetrieb. Bei Reihenschaltung mehrerer Ventile ist Gleichstrom-Hochspannungskraftübertragung möglich.	

Das bei den Ingenieuren der Starkstromtechnik herrschende Vorurteil gegen das Hochvakuumventil besteht sicherlich zu Unrecht. Der Betrieb eines dauernd an der Hochvakuumpumpe laufenden Ventiles unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem Betrieb eines Quecksilberdampf-Großgleichrichters. Durch konstruktive Maßnahmen müssen sich auch bei den höchsten Spannungen die früher so gefürchteten Röhrenüberschläge, die durch plötzliche Gasausbrüche entstehen, ganz vermeiden lassen[1]). Fraglich erscheinen dagegen die Aussichten für eine kontinuierliche Steuerung des Anodenstromes, da hierbei die Anodenverlustleistung so groß würde, daß sie mit den bisher bekannten Kühlungsverfahren nicht beherrscht werden könnte. Aus dem gleichen Grunde muß die durch den Sättigungsstrom bedingte Begrenzung des Kurzschlußstromes als Nachteil und nicht als Vorzug angesehen werden. [A. G a u d e n z i, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 465.] *—ffe*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 39. 083. 7 **Fernübertragung von Meßwerten mit Widerstandsgebern; Strommesser-Verfahren.** — Bei den mit Widerstandsgebern arbeitenden Fernmeßverfahren kann man die mit Hilfe mechanischer Meßgeräte erfaßten Meßwerte auf mehr oder weniger große Entfernungen übertragen und an einer oder mehreren Zentralstellen gemeinsam anzeigen bzw. fortlaufend aufzeichnen. In manchen Fällen (z. B. bei der Messung strömender Gas- und Dampfmengen nach dem Differenzdruck-Verfahren) kann mit der Fernübertragung der Meßwerte noch eine Summenbildung oder eine Fernzählung verbunden werden.

[1]) A. G e h r t s und A. S e m m , Naturwiss. 23 (1935) S. 567.

Diese Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, daß das mechanische Meßgerät am Geberort einen mit ihm gekuppelten, stetig regelbaren Widerstand entsprechend der zu übertragenden Meßgröße verändert, und daß dieser Widerstand am Empfangsort durch ein elektrisches Anzeige-, Schreib- oder Zählgerät gemessen wird. Entsprechend den für eine spannungsunabhängige Widerstandsmessung in Betracht kommenden Verfahren ergeben sich folgende drei Hauptgruppen:

1. Strommesser-Verfahren, bei denen der Widerstand des Widerstandsgebers als (z. B. den Zeigerausschlag eines Drehspulinstrumentes oder die Drehzahl eines Gleichstrom-Amperestundenzählers beeinflussender) Strom abgebildet wird und bei denen die an die Meßschaltung angelegte Hilfsspannung durch ein besonderes Regelverfahren gleich gehalten werden muß.

2. Quotientenmesser-Verfahren mit einem Quotientenmesser, der vom Widerstandsgeber beeinflußt wird, auf das Verhältnis zweier Ströme anspricht und daher spannungsunabhängig arbeitet; er kann als anzeigendes, schreibendes oder integrierendes, ohmmetrisches Instrument (z. B. Kreuzspul-Meßgerät oder spannungsunabhängiger Motorzähler) ausgebildet sein.

3. Kompensations-Verfahren, bei denen der Widerstand des Widerstandsgebers mit Hilfe einer sich selbsttätig abgleichenden Kompensationseinrichtung spannungsunabhängig gemessen und als Widerstand (z. B. veränderbare Schleifdrahtlänge bzw. Ausschlagwinkel des Schleifkontaktes einer von einem Relais-Schreibgerät betätigten Potentiometerschaltung) abgebildet wird.

Es werden zunächst die verschiedenen Ausführungsarten der Widerstandsgeber (Schleifdrahtgeber, Ringrohrgeber oder Widerstandsgeber mit einem Fallbügelsystem) und anschließend die Strommesserverfahren und die bei ihnen gebräuchlichen Meßschaltungen für eine einzige oder mehrere Meßgrößen beschrieben. Dann werden die Eigenschaften der Strommesserverfahren (Einfluß von Spannung, Fernleitungszahl, Fernleitungswiderstand, Entfernungen) kurz besprochen. Die Quotientenmesser- und Kompensationsverfahren sollen in späteren Arbeiten behandelt werden. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V 3821—1.] *Sb.*

621. 317. 755 **Ein empfindlicher Kaltkathodenoszillograph hoher Leistung für niedrige Erregerspannung.** — Die beim Kaltkathodenoszillographen hoher Leistung bisher benutzten Erregerspannungen liegen im Bereich von 40 000 bis 100 000 V. Bei niedrigen Erregerspannungen unterhalb 20 kV war es bis vor kurzem nicht möglich, mit dem Kaltkathodenrohr Elektronenstrahlen genügend hoher Stromdichte zu erzeugen, wie sie für die Aufzeichnung schnell verlaufender Vorgänge erforderlich sind. Es wurde ein neues leistungsfähiges Metallentladungsrohr mit kleinen Abmessungen (Rohrdurchmesser 4 mm, Rohrlänge 16 mm) für hohen Gasdruck im Entladungsraum gebaut. Mit der neuen Anordnung gelingt es, bei Kathodenströmen von 0,5 bis 12 mA und außerordentlich hohen Stromdichten im schreibenden Elektronenstrahl bei rd. 10 kV Erregerspannung die Grenzleistung des Kathodenstrahl-Oszillographen zu erreichen. Eine weitere Steigerung der Strahlstromdichte wurde durch Anordnung einer geeigneten Vorsammelspule mit sehr engem Sammelfeld erreicht. So war es bereits bei kleinen Kathodenströmen möglich, den mit Herabsetzung der Erregerspannung verbundenen Schwärzungsverlust durch Erhöhung der Strahlstromdichte vollkommen wettzumachen.

Weiterhin wurde ein neuer Metallkathodenoszillograph (Abb. 2) mit bequemer Vorrichtung für Innen- und Außenaufnahme gebaut, der mit dem neuen Ionenrohr ausgerüstet ist und alle Vorteile niedriger Errgerspannung in sich vereinigt. Gegenüber den älteren Hochleistungsoszillographen konnte bei der neuen Bauart dank der niedrigen Erregerspannung die Gesamtlänge des Oszillographen auf 1,10 m heruntergesetzt werden und gleichzeitig der Strahlempfindlichkeitsbereich des Kaltkathodenoszillographen beträchtlich erweitert werden (0,01 bis 1 mm/V). Als Verbindungen der einzelnen Bauteile der neuen Anordnung, die vakuumdicht und genau zentriert sein müssen, wurden grundsätzlich nur Metallfettschliffe verwendet. Sie gestatten es, den ganzen Oszillographen mit wenigen Handgriffen in seine Einzelteile zu zerlegen, innere Teile, wie Ablenkplatten, Blenden und Sperrkammern, leicht auszuwechseln und ohne jede nachträgliche Zentrierung ebenso schnell wieder zusammenzusetzen. Die gesamte Hochspannungsanlage, die für eine Erregerspannung von rd. 15 kV bemessen ist, konnte unterhalb des kleinen Bedienungstisches untergebracht werden.

Zur Feststellung der Leistungsfähigkeit der beschriebenen Anordnung wurde eine Reihe von Oszillogrammen aus dem gesamten Anwendungsbereich des Kathodenoszillographen aufgenommen. Die bei Innen- und Außenaufnahmen und auch bei Dauerbetrieb über viele Stunden erreichten hohen Schreibgeschwindigkeiten (z. B. beim Durchbruch einer Funkenstrecke $v_{max} = 10\,500$ km/s) zeigen, daß der neue Oszillograph allen sowohl in der Praxis als auch im Laboratorium bei äußerst schnellen Vorgängen gestellten Anforderungen an Schreibleistung genügt. [E. Westermann, Arch Elektrotechn. 30 (1936) H. 2, S. 109; ferner auch Z. techn. Physik 16 (1935) S. 262.] *Sb.*

1 Entladungsrohr
2 Kathodenträger
3 Vorsammelspule
4 Sperrkammerführungsrohr
5, 6 Sperrkammern
7 Hauptsammelspule
8 Zwischenrohr
9 Ablenkplatten
10 Ablenkrohr
11 Führungsschiene
12 Isolierleiste
13 Durchführung
14 Ablenkplatten
15 Pumpstutzen
16 Ansatzrohr mit Kamera für Außenphotographie
17 Beobachtungsfenster
18 Filmkassette für Innenaufnahme
19 Leuchtschirm
20 Gehäuserohr

Abb. 2. Kathodenoszillograph (Schnitt).

Beleuchtung.

621. 325. 122. 5 : 681. 64 **Neue Bogenlampe für Lichtpaus- und Kopierzwecke.** — Für Lichtpausverfahren und für chemisch-photographische Kopierverfahren werden wegen ihres chemisch außerordentlich wirksamen Lichtes bekanntlich Kohlenbogenlampen verwendet. Meist sind es Reinkohlenbogenlampen, bei denen der Lichtbogen innerhalb einer gut abgedichteten Glasglocke brennt, der zwischen den senkrecht übereinanderstehenden Kohleelektroden gebildet wird. Mit Ausnahme der Lichtpausmaschinen werden bei waagerecht liegenden Pausflächen Lichtpausbogenlampen verwendet, bei denen die Lichtquelle von einem großen, glockenartigen Reflektor umgeben ist, der das Licht sammelt, nach unten wirft und möglichst gleichmäßig über die zu belichtende Pausfläche verteilt. Im Gegensatz zu Bogenlampen dieser Art mit senkrecht übereinanderstehenden Kohlestiften bilden bei einer neuen Bogenlampe für Kopier- und Lichtpauszwecke die Kohlen einen stumpfen Winkel miteinander (Abb. 3). Die Blechverkleidung des unteren Teiles ist abgenommen, um den Aufbau zu zeigen. Der Lichtbogen wird in

einem abgeschlossenen Brennraum gebildet, der aus dem Metall-Rippenkörper und der von unten an diesen fest angedrückten Glasglocke aus Hell- oder Mattglas besteht. Durch diese Anordnung wird eine außerordentlich starke, direkte Lichtausstrahlung nach unten erreicht, die für bestimmte Kopierverfahren außerordentlich vorteilhaft ist; insbesondere bei der Herstellung von Sepia- und Blaupausen, von photomechanischen Halbtonnegativen, die über einen Spiegel oder ein Prisma aufgenommen worden sind. Um von solchen seitenrichtigen Negativen auch seitenrichtige Positive zu erhalten, muß die Schichtseite des Kopierpapiers auf die Glasseite des Negativs gelegt werden (also umgekehrt wie sonst). Die praktisch punktförmige Lichtquelle der neuen Stumpfwinkel-Bogenlampe ergibt scharfe Kopien. Die elektrischen Verhältnisse sind ähnlich wie bei den bisherigen Bogenlampen für solche Zwecke. Die Stromaufnahme beträgt etwa 18 A bei einer Lampenspannung von 150 bis 160 V Wechselstrom. Das Einschalten erfolgt über einen Anlasser. Die Brenndauer beträgt etwa 40 h für ein Paar Dochtkohlen. *Grh.*

Abb 3. Bogenlampe für Licht- und Kopierzwecke.

621. 327. 44 (7) **Fortschritte in der Beleuchtung mit Natrium-Dampflampen in V. S. Amerika.** — In Nord-Amerika ist vor einiger Zeit eine Natriumdampflampe mit einer Lichtleistung von 10 000 Lm entwickelt worden. Die neue Lampe, die mit vier Sockelstiften einseitig gesockelt ist, wird mit einer Stromstärke von 6,6 A betrieben. Je zwei Sockelstifte sind mit den beiden heizbaren Elektroden a und b verbunden. Zur Erleichterung der Zündung der Lampe wurde eine weitere Elektrode c hinzugefügt. Sie besteht aus einem Metallband, das in der Nähe der Elektrode a an einem Isolator befestigt ist. Die Stromzuführung der Zündelektrode ist außerhalb der Lampe über einen Widerstand von 50 000 Ω (d) mit der Elektrode b verbunden. Durch diese Maßnahme wurde die erforderliche Zündspannung von 200 V auf 85 V oder weniger herabgesetzt.

a, b Elektroden
c Zündelektrode
d Zündhilfswiderstand 50 000 Ω
e Thermoschalter
f Transformator
g Radiostörschutzkondensator
h Radiostörschutzdrosseln

Abb. 4. Aufbau der 10 000 Lm Na-Dampflampe und ihre Schaltung.

Durch Herabsetzung des Heizstromes auf 6,6 A war es möglich, die Kathoden in Serie mit der Bogenentladung zu brennen und die Heiztransformatoren für die beiden Elektroden fortzulassen. Abb. 4 zeigt die 10 000 Lm Na-Dampflampe und ihre Schaltung bei Serienbetrieb. An der Sekundärseite eines Transformators f, der unter Last eine Spannung von etwa 33 V, bei Leerlauf ~ 85 V hat, liegen die beiden Heizwendeln, die zunächst durch einen Thermoschalter e in Reihe geschaltet sind. Nach etwa 20 s sind die Elektroden genügend aufgeheizt und der Thermoschalter öffnet sich. Damit liegt die Leerlaufspannung des Transformators an den beiden aufgeheizten Elektroden bzw. zwischen der Elektrode a und der Zündelektrode c. Es erfolgt dann die Zündung der Lampen. Zur Unterdrückung von Radiostörungen sind an der Sekundärleiste des Transformators noch zwei Drosseln h und ein Kondensator g vorhanden. Der in Abb. 4 gezeigte an jeder Lampe befindliche Transformator kann außerdem wegfallen, wenn für alle in dem betreffenden Stromkreis liegenden Lampen ein einziger Transformator, der eine konstante Stromstärke liefert, verwendet wird. Für die Parallelschaltung von Na-Dampflampen ist natürlich für jede Lampe ein besonderer Transformator erforderlich. Die für diese Lampen benutzten Geleuchte sind in Abb. 5 wiedergegeben. Die Form dieser Leuchten weicht von denen der bei uns für Na-Dampflampen gebräuchlichen erheblich ab. Es wird bei der amerikanischen Leuchte besonderer Wert auf eine große Breitstrahlung gelegt.

Abb. 5. Leuchte für die 10 000 Lm Na-Dampflampe.

Insgesamt sind bisher erst 400 Leuchten installiert worden, von denen 290 für Serienschaltung und 110 für Parallelschaltung eingerichtet sind. Die meisten Anlagen sind klein und bestehen aus nur wenigen Leuchten. In der größten Anlage werden 54 Lampen verwendet. Man hat außer Landstraßen und Brücken auch Straßen innerhalb von Städten beleuchtet. Kleinere Anlagen mit 2, 3 oder 4 Lampen sind zur Beleuchtung von gefährlichen Punkten, wie Kreuzungen und Straßenunterführungen eingerichtet worden. Ferner wurde der Cape May Leuchtturm mit einer 10 000 Lm Na-Dampflampe ausgerüstet. Am Panama-Kanal hat man mehrere der dort zur Kennzeichnung des Verlaufs und der Breite des Kanals aufgestellten Feuer mit Na-Dampflampen versehen. Auch zur Beleuchtung von Schaufenstern, Tankstellen und Verkehrsinseln dienen diese Na-Dampflampen. [G. A. Eddy, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 458] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 365. 5 **Die Induktionsheizung bei niedrigen Temperaturen.** — Induktionsöfen eignen sich u. a. auch zum Brennen bzw. Trocknen von Anstrichen und Überzügen auf Eisenteilen. Bei der Zulassung niedriger Temperaturen für diese Zwecke konnte man die Beobachtung machen, daß die flüchtigen Bestandteile aus der dem Grundmetall am nächsten liegenden Schicht des Anstriches vertrieben werden, noch bevor die Anstrichoberfläche durch die Trocknung verschlossen wird. Dadurch erhält man eine besonders glatte und feste Filmhaut auf dem Grundmetall. Der Wirkungsgrad der Trockenöfen mit Induktionsheizung ist schon deshalb hoch, weil die zum Trocknen erforderliche Hitze in den Metallstücken selbst erzeugt wird. Die Verwendung einer mäßigen Frequenz und mäßigen Spannung hat einen befriedigenden Stromverbrauch und einen zweckdienlichen Temperaturanstieg in den zu behandelnden Stücken zur Folge. Der Durchlaufofen für stetigen Betrieb verschafft der Induktionsheizung noch besondere wirtschaftliche Vorteile, zumal eine selbsttätige Regelung gerade hier von günstiger Auswirkung ist. Die Gefahren einer zu starken Trocknung werden hierbei fast vermieden. Ein weiterer Vorteil dieser Heizart ist die verkürzte Brennzeit und die Sauberkeit des im Induktionsofen behandelten Gutes. Für einen 600 kW-Ofen hat sich

Dreiphasenstrom von 440 V bewährt. Man verwendet den Ofen zum Trocknen lackierter Kraftwagenteile mit großem Erfolg. [E. L. Bailey, Electr. Engng. 53 (1935) S. 1210.] *Kp.*

621. 367 **Der elektrische Ofen für die Wärmebehandlung von Metallen.** — Der Erfolg der Wärmebehandlung von Metallen wird vielfach von der genauen Einstellung und Einhaltung ganz bestimmter Temperaturen und Ofenatmosphären bedingt, die durch den elektrischen Wärmeofen gegeben sind. Im Widerstandsofen ist die Strahlung die wichtigste Art der Wärmeübertragung für Temperaturen über 500 °; da bei diesen Temperaturen mehr als 90 % der Wärme auf den Einsatz gestrahlt werden, ist es unnütz, die Luft im Ofeninnern noch besonders zu bewegen. Unterhalb 500 ° nimmt die Strahlung allmählich zugunsten der Konvexion ab; in diesem Falle sind vielfach Vorrichtungen für die Bewegung der Luft vorgesehen. Als Widerstände benutzt man außer den üblichen Nickel-Chrom-Legierungen auch Eisen-Chrom-Kobalt- oder Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen, namentlich für Temperaturen von 1000 bis 1200 °; für höhere Temperaturen bis 1400 ° eignen sich Siliziumkarbide. Zu den Widerstandsöfen gehören auch die Salzbadöfen[1]) für die Behandlung von Schnelldrehstählen.

Der elektrische Ofen für die Wärmebehandlung wird in Frankreich zwar erst seit acht Jahren angewendet, es sind aber heute derartige Anlagen von über 70 000 kW in Betrieb. Handelt es sich meistens um kleine Öfen, so gibt es doch auch solche von 700 kW, ja sogar einen von 2000 kW für die Wärmebehandlung von Leichtmetallen für den Flugzeugbau. [A. Sourdillon, Rev. chauff. électr. 3 (1935) S. 125.] *pk.*

621. 364. 5 **Erwärmungsvorgang, Energiebilanz und Wärmedurchgang beim Ankochen auf elektrischen Kochplatten.** — Elektrische Kochplatten erreichen kaum einen Ankochwirkungsgrad[2]) von 50 % und haben dementsprechend eine verhältnismäßig lange Ankochzeit[3]). Sollen Verbesserungsversuche Aussicht auf Erfolg haben, so muß man die Ursachen des schlechten Wirkungsgrades und den Mechanismus des Wärmedurchgangs vom Heizleiter zum Kochgut kennen. Über den Verbleib der Energie gibt die Energiebilanz Aufschluß. Eine Vorstellung vom Wärmedurchgang vermittelt die Aufteilung des Wärmestroms in metallische Leitung, Leitung in der Luftschicht und Strahlung. Um grundlegende Klarheit zu bekommen, wird der Weg der durch Meßergebnisse gestützten Rechnung beschritten. Dazu sind stark vereinfachende Annahmen über das thermische System Kochplatte-Topf-Kochgut nötig. Für die mit der Temperatur veränderliche Wärmedurchlässigkeit und Wärmeabgabefähigkeit werden Mittelwerte so gebildet, daß die Ergebnisse der Rechnung für Ankochzeit, Plattenoberflächen-Temperatur bei Siedebeginn und Wirkungsgrad mit Meßwerten übereinstimmen. Dann kann angenommen werden, daß die gewonnenen Erwärmungsgleichungen für Kochplatte und Kochgut die tatsächlichen Erwärmungsvorgänge mit großer Annäherung beschreiben. Aus den Erwärmungsgleichungen findet man leicht durch Integration die einzelnen Posten der Energiebilanz: die Speicherung der Platte, den Verlust der Platte an die Umgebung, die Nutzwärme und den Verlust des Topfes. Der Anteil der Nutzwärme am Energieaufwand bis zum Sieden stellt den Wirkungsgrad dar. Rechnung und Messung im Verein ermöglichen auch die Aufteilung des Wärmestroms.

Die allgemeinen Rechnungen werden auf drei Beispiele angewandt: 1. eine handelsübliche Hochleistungskochplatte mit gewöhnlichem Topf (dünnem Boden), 2. eine sehr leicht gehaltene Platte besonderer Bauart (Leichtbauplatte), 3. die Hochleistungsplatte mit Sondertopf (starkem, ebenem Boden). Die beiden ersten Beispiele stellen zwei besonders weit voneinander abweichende Bauarten gegenüber. Das dritte Beispiel wurde angeführt, um der Hochleistungsplatte gerecht zu werden.

1. Hochleistungsplatte (Gew. 2 kg, Leistg. 1400 W) mit gewöhnlichem Topf: Ankochzeit 13 min 19 s, Oberflächentemp. 427 °, Energieaufwand 309 Wh. Davon entfallen auf Speicherung 35 %, auf Verluste der Platte 35 %, auf die Nutzwärme 28,2 %. Die letzte Zahl ist also der Wirkungsgrad. Die Verluste des Topfes sind unbedeutend. Die Platte speichert ebensoviel Wärme wie verloren geht. Wärmestromaufteilung: Metalleitung 51,5 %, Luftleitung 41,4 %, Strahlung 7,1 %. Der geringe Anteil der Strahlung ist bemerkenswert.

2. Leichtbauplatte (0,3 kg, 1200 W) mit gewöhnlichem Topf: Ankochzeit 11 min 23 s, Oberflächentemp. 725 °, Energieaufwand 222 Wh; Energiebilanz: Speicherung 19 %, Verluste 39 %, Nutzwärme 41 %. Der bessere Wirkungsgrad ist vor allem dem geringen Gewicht zuzuschreiben. Wärmestromaufteilung: Metallleitung 23 %, Luftleitg. 48 %, Strahlung 29 %. Infolge der hohen Oberflächentemperatur ist der Anteil der Strahlung aufs Vierfache gestiegen.

3. Mit Sondertopf wird die Hochleistungsplatte nicht mehr so warm (277 °). Ankochzeit 8 min 14 s. Trotzdem werden von den aufgewendeten 191 Wh 36 % gespeichert; Verluste 17 %, Nutzwärme 46 %. Der erheblichen Verminderung der Verluste entspricht die Verbesserung des Wirkungsgrades. Obwohl die Speicherung dem Betrage nach abgenommen hat, ist sie an den Gesamtverlusten stärker beteiligt als im ersten Fall. Die Aufteilung ergibt ein ähnliches Bild wie dort, nur überwiegt die Metalleitung noch stärker, und die Strahlung tritt noch mehr zurück.

Die hier am Beispiel der Hochleistungsplatte mit gewöhnlichem Topf einerseits und ebenem Topf anderseits gezeigte Bedeutung kleinsten Luftspalts hat zu den gebräuchlichen eben abgedrehten und durch Versteifung eben gehaltenen Platten geführt, die nach vorstehenden Berechnungen große Wärmemengen speichern. Das zweite Beispiel lehrt, daß man den ungünstigen Einfluß einer Wärmewiderstandserhöhung durch unstarre Platte und gewöhnliches Geschirr ausgleichen kann durch Gewichtsverminderung. Höherer Wärmewiderstand hat aber Temperaturerhöhung zur Folge (vgl. Beispiel 1 und 3). Damit wachsen auch die thermischen, mechanischen und elektrischen Beanspruchungen stark. Es ist sehr schwer, Baustoffe zu finden, die diesen Beanspruchungen gewachsen sind. Man wird daher nicht der Strahlung zuliebe die Berührung zwischen Platte und Topf ganz aufgeben, sondern sie so innig als möglich machen, soweit damit keine Gewichtserhöhung verbunden ist, die mehr schadet als nützt.

Ob sich das Ideal einer leichten, dennoch steifen und ebenen Platte verwirklichen und damit eine wesentliche Verbesserung der elektrischen Kochplatten schaffen läßt, ist in erster Linie eine Werkstoffrage. [Karl Meyer, Elektrowärme 5 (1935) S. 274.] *Sb.*

Bergbau und Hütte.

621. 365 : 669. 1 **Die Erzeugung von Schwarzguß nach dem Verbundverfahren.** — Das Zusammenarbeiten von Kupolofen und elektrischem Ofen für die Erzeugung von Schwarzkerntemperguß (Schwarzguß) eignet sich für den unterbrochenen und fortlaufenden Betrieb. Der elektrische Ofen dient dabei nur als eine Art Mischer zum Fertigmachen der im Kupolofen vorgeschmolzenen Eisenmenge durch Einführung entsprechender Zusätze. Je nach der Ofenart und -führung beträgt der Kraftverbrauch nur 50 bis 120 kWh/t, der Elektrodenabbrand rd. 2,5 kg/t. Die Genauigkeit in der Zusammensetzung gestattet vielfach eine erhebliche Verkürzung der Temperdauer, und zwar bis 20 h und mehr. Daraus ergibt sich eine große Brennstoffersparnis in den Temperöfen und auch in der Handarbeit, da die Gußstücke nicht mehr eingepackt zu werden brauchen, sondern einfach auf den Herd des Temperofens aufgestellt werden. An einem praktischen Beispiel wird der Betrieb näher erläutert. [A. Clergeot, Rev. chauff. électr. 3 (1935) S. 116.] *Kp.*

Landwirtschaft.

621. 364. 6 : 635 **Elektrische Heizung in Gewächstreibanlagen.** — C. Strobel hat eine Vergleichsarbeit über elektrische Treibanlagen durchgeführt, die sehr vielseitig ist und einen Überblick über die in der Schweiz und in anderen Ländern gemachten Erfahrungen

---

1) ETZ 56 (1935) S. 981.

2) Unter dem Wirkungsgrad sei hier stets das Verhältnis der für eine bestimmte Wassermenge aufgespeicherten Wärmeenergie bei Erwärmung von 20° auf 95° zur aufgenommenen elektrischen Energie verstanden.

3) Unter der Ankochzeit sei hier die Zeit verstanden, in der 1 l Wasser von 20° auf 95° erwärmt wird.

vermittelt. Die einfachste Form elektrisch geheizter Treibanlagen sind heizbare Beete, die in durch andere Wärmequellen geheizten Gewächshäusern stehen, so daß die eine Wärmequelle die andere ergänzen oder ersetzen kann.

Drei elektrische Heizungsarten sind zu unterscheiden:

1. die reine Bodenheizung,
2. die kombinierte Boden- und Luftheizung und
3. die reine Luftheizung.

Ferner wird die elektrische Heizung wenigstens bei größeren Anlagen vorwiegend kombiniert mit anderen Heizungen angewandt. Reine elektrische Heizung bei großen Treibhäusern findet man nur für Übergangs- und Sonderzwecke. Elektrische Luftheizung hat nur für Überwinterungsräume Bedeutung. Durch Versuche wurde festgestellt, daß die Speicherfähigkeit des Bodens für Wärme so groß ist, daß der Nachtstrom zur Heizung vollständig genügt. Die Durchwärmung des Bodens erfordert, wenn sie durch kombinierte Luft-Bodenheizung aufgebracht werden soll, wesentlich mehr Energie, als bei reiner Bodenheizung. Daher wird zusätzliche Luftheizung häufig nur als Schutz gegen starken Kälteanfall als Reserve eingebaut. Dort, wo zusätzliche Belichtung durch Metalldrahtlampen angewandt wird, wirkt die Lampe naturgemäß als Luftheizung mit. Für 1 °C Temperaturerhöhung rechnet man je Quadratmeter Fläche etwa 50 W im Tag. Bei einer Temperaturdifferenz von 20 °C ergibt sich daher ein Tagesverbrauch von 1kWh, der durch die Speicherfähigkeit des Bodens als Nachtstrom gegeben werden kann.

Die Kabel werden als Normalspannungskabel gebaut, um teure Sondertransformatoren zu vermeiden, und werden in Schleifen mit 20 cm Abstand — soweit es sich um Bodenheizung handelt — gelegt, wodurch eine gleichmäßige Wärmeverteilung gewährleistet wird. Bei dieser Anordnung reicht ein Kabel von 50 m Einheitslänge für 10 m² Beetfläche aus. Die Anlagekosten in der Schweiz belaufen sich im Durchschnitt auf 15 Fr[1])/m² geheizte Treibfläche. Einige Vergleichsberechnungen, die nicht nur die Frühjahrstreibzeit, sondern, was durchaus möglich ist, mehr Ernten je Treibbeet zugrunde legen, kommen zu dem Ergebnis, daß das elektrische Verfahren den bisherigen zum mindesten in der Schweiz überlegen sein kann.

Als besondere Vorteile werden erwähnt:

Weniger Arbeit und Aufsicht.
Stete Betriebsbereitschaft, leichte Verbrauchsüberwachung.
Leichte Einstellung durch selbsttätigen Betrieb und dadurch Frostsicherheit.
Möglichkeit der sofortigen Umstellung auf die Marktlage.
Drei Ernten im Winter, im Sommer Melonenzucht u. a.

Die Arbeit kommt zu dem Schluß, daß in Zukunft mit vermehrter Einführung von Elektrokulturen in der Schweiz zu rechnen sein wird. [C. Strobel, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 638.] *v. W.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 619 **Grundlagen der Modulation mit veränderlichem Trägerwert.** — Über ein neues, energiesparendes Modulationsverfahren für Telephonie, Sprech- und Rundfunksender berichtet H. Wehrlin. Der Grundgedanke stammt von den Herren J. Harbich, L. Pungs, W. Hahnemann und F. Gerth und wurde vom Verfasser im Auftrage der C. Lorenz AG., Berlin-Tempelhof, am alten Berliner Rundfunksender Witzleben in die Praxis umgesetzt und gemeinsam mit dem Institut für Hochfrequenztechnik und Fernmeldewesen, T. H. Braunschweig und dem Reichspost-Zentralamt sowie der Reichsrundfunk-Gesellschaft eingehend untersucht. In der Zwischenzeit fanden diese Gedanken auch im Ausland fruchtbaren Boden. Es entstanden in Amerika sowie bei der Marconi-Gesellschaft ähnliche Betriebsverfahren, die mit dem Kennwort „floating carrier" bezeichnet wurden. Ein solches Verfahren wurde seinerzeit beim Schweizer Großsender Beromünster in Betrieb genommen. An einem der deutschen Großsender wird zur Zeit dieses Verfahren angewandt. Bei einem 100 kW-Sender mit rd. 500 kW Primäraufnahme können rd. 100 kW eingespart werden. Die ersten Programmsendungen fanden bereits im Jahre 1931 am alten Berliner Rundfunksender Witzleben statt.

Grundsatz und Wirkungsweise seien kurz an Hand der Abb. 6 erläutert. Bei den bisher gebräuchlichen Modulationsverfahren wurde ein hochfrequenter Träger konstanter Amplitude *I* moduliert (siehe Abb. 6, Mitte links), d. h. dieser Träger wurde auch in voller Größe ausgestrahlt, wenn zeitweise keine Modulation (Modulationspause in der Abb. mit *1* gekennzeichnet) oder diese nur mit einem kleinen Betrag (Piano mit *2* gekennzeichnet) vorhanden war. Zur Erläuterung ist in der Abbildung (*a, b, c*) die statische Kennlinie, das Amplitudendiagramm (der zeitliche Verlauf der H. F.-Amplituden) und der Träger mit seinen Seitenbändern in drei Modulationsphasen dargestellt. Zur hochfrequenten Übertragung der Modulation (Sprache, Musik) werden nur die Seitenbänder benötigt, während der Träger eine mehr untergeordnete Rolle spielt. Die Leistung der Seitenbänder macht aber nur einen Bruchteil der Trägerleistung aus. Bei 100 % Modulation beträgt die Leistung der Seitenbänder 50 % der Trägerleistung, während sie bei 40 % Modulation sogar nur 8 % der Trägerleistung ausmacht.

a statische Kennlinie des Senders
b Amplituden-Diagramm
c Seitenband-Darstellung
1 Modulationspause
2 Piano-Modulation
3 Forte-Modulation (volle Aussteuerung)
I ··· IV Steuerstufe, Verdopplung und Trennstufen
V Modulationsstufe
VI u. *VII* Leistungsstufen
m Verstärker
n Gleichrichter
o Abflachglied (Drosselkette)
p Umkehrverstärker

Abb. 6. Übersichtsschaltbild und Wirkungsweise des Modulationsverfahrens mit veränderlichem Trägerwert.

Die bei Verkehrssendern bekannte Einseitenband-Modulation mit unterdrücktem Träger ergibt für die meisten Anwendungsgebiete zu umständliche Empfangseinrichtungen. Es ergeben sich aber wesentliche Vorteile, wenn der Träger nur in dem Maße ausgestrahlt wird, wie es für die Übertragung der Seitenbänder bzw. für deren Demodulation erforderlich ist (siehe Abb. 1, rechts unten). Bei dem neuen Verfahren wird also nicht ein konstanter Träger *I*, sondern ein mit der Modulationsamplitude schwankender Träger *I'* moduliert. Bei unmodulierten Sendern wird keine Leistung ausgestrahlt, bei voller Modulation erreicht der Träger den der normalen Modulation entsprechenden Wert *I*, in der Abbildung rechts mit *3* gekennzeichnet. Im Idealfall bleibt der Modulationsgrad in jedem Augenblick konstant $M = 100\,\%$. Bei Rundfunksendern muß mit Rücksicht auf die Wiedergabegüte der quadratisch demodulierenden und schwundgeregelten Empfänger ein Vergleich geschlossen

[1]) 1 Schw. Fr = 0,80 RM.

werden derart, daß der Träger nicht bis auf Null, sondern nur auf einen bestimmten Restbetrag gesenkt wird. Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen in einer beträchtlichen Energie- bzw. Kostenersparnis, die durch verringerte Energieaufnahme sowie durch kleineren Bedarf an Röhren usw. bedingt ist. In den Modulationspausen wird der durch Überlagerung mit dem Träger bedingte Störpegel am Empfangsort gesenkt. Ein weiterer erheblicher Vorteil ist, daß jeder vorhandene oder neu zu bauende Sender durch ein einfaches Vorsatzgerät auf dieses neue Verfahren umgestellt werden kann. Es ist auch möglich, das Verfahren mit anderen energiesparenden Verfahren zusammen zu benutzen.

In Abb. 6 sind der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise dargestellt. Vor dem Modulationsverstärker wird eine Teilspannung der Modulation dem Verschiebungsvorsatz zugeführt. In letzterem wird die Modulation verstärkt, gleichgerichtet, die Schwingungen der gleichgerichteten Spannung abgeflacht und die so erhaltene, der Modulationsamplitude proportionale Gleichspannung dem Gitter einer der hochfrequenten Vorstufen des Senders derart als Sperrspannung zugeführt, daß mit steigender Modulation die Vorspannung kleiner wird und der hochfrequente Träger gleichfalls steigt, bis bei voller Aussteuerung der normale Halbwert erreicht ist. [H. Wehrlin, Dissertation T. H. Braunschweig 1934.] *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537.315 : 621.315 **Ununterbrochene Reflexionen in nichtausgeglichenen Leitungen.** — Wenn in einer Leitung der Wirkwiderstand $R \neq 0$, die Ableitung $G = 0$ ist, so verliert die laufende Welle nichts von ihren Ladungen, aber sie wird allmählich abgedämpft, d. h. sie verkleinert ihre Ordinate. Diese Verkleinerung ist mit einer Verminderung der Menge der elektrischen Ladungen auf jedem Leitungselement verbunden. Die Länge der Welle wächst also mit der Zeit, und bei offenen Leitungen verbreitet sich die Welle nach Verlauf einer geraumen Zeit über die ganze Länge der Leitung. Da sich die Wellenstirn ebenso wie jeder Querschnitt der Welle mit der Geschwindigkeit $v = 1/\sqrt{LC}$ fortpflanzt, so verlängert sich die Welle infolge der Entstehung der rückwärtslaufenden (reflektierten) Wellen. Diese Reflexionen enstehen in jedem Längselement der homogenen Leitung, wenn die Verluste nicht ausgeglichen sind, also wenn

$$I^2 R \neq E^2 G; \quad \frac{I^2 L/2}{E^2 C/2} \neq \frac{I^2 R}{E^2 G} \quad \text{und} \quad R C \neq L G$$

ist.

Wenn $RC \neq LG$ ist, so wird jedes Längselement der Leitung das Gleichgewicht der elektrischen und magnetischen Energien unaufhörlich zu stören trachten. Nimmt man an, daß $RC > LG$ ist, so bleibt, wie die Energiebilanz zeigt, der laufenden Welle ein gewisser Überschuß an elektrischer Energie (oder magnetischer, wenn $RG < LG$ ist). Diese Leitung ist also elektrisch oder magnetisch unausgeglichen. Der Überschuß erzeugt zwei Paar zusätzliche Strom- und Spannungswellen E_0 und I_0, die sich nach beiden Richtungen bewegen.

Abb. 7. Erste Phase des Durchganges einer Welle durch das unausgeglichene Leitungsstück.

Abb. 8. Zweite Durchgangsphase, Rückwirkung des unausgeglichenen Leitungsstückes ($R C > L G$) auf die Welle.

Daraus folgt also, daß Reflexionen nicht nur durch Stoßstellen von Leitungen mit verschiedenen Charakteristiken zustande kommen, wie man meist annimmt; es gibt vielmehr zwei Arten von Reflexionen: 1. Die Reflexionen 1. Art entstehen an den Stoßstellen der Leitungen. 2. Die Reflexionen 2. Art entstehen in allen Längselementen der Leitung mit gleichmäßig verteilten R, G, L, C, wenn $R C \neq L G$.

Um den Verlauf völlig zu klären, betrachten wir die Ersatzschaltung der homogenen Leitung. Abb. 7 zeigt, daß nach dem Durchlaufen eines Leitungsstückes mit $R C \neq L G$ sich die Wellen verkleinern auf:

$$I_1 = I_a \, \varepsilon^{-\frac{R}{Z} \triangle x} \quad \text{und} \quad E_1 = E_a \, \varepsilon^{-\frac{R}{Z} \triangle x}.$$

Auf dem Leitungsstück $\triangle x$ aber bleibt, wenn $RC > LG$, ein Überschuß an elektrischer Energie

$$W_0 = \frac{E^2 - E_1^2}{2} C \triangle x.$$

Da dieser Energievorrat nicht mit einer entsprechenden magnetischen Energie verknüpft ist, zerfällt er in zwei gleiche Teile, die in entgegengesetzten Richtungen laufen (Abb. 8). Das verlustbehaftete unausgeglichene Leitungselement ist also die Quelle von zwei zusätzlichen positiven Spannungswellen und zwei ungleichnamigen Stromwellen. Jedes Längselement der homogenen Leitung mit $RC \neq LG$ sendet also unaufhörlich zusätzliche Wellen in beide Richtungen. Alle Verzerrungen und auch die Verlängerung der Welle sind nur durch diese zusätzlichen Wellen bedingt. Abb. 8 zeigt auch die resultierende Welle. Die Leitung mit der Charakteristik $RC \neq LG$ ist also eine ununterbrochene reflektierende Leitung. [W. I. Ilschenko, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 1, S. 36.]

534.373 **Fortschritte in der Theorie der Schallabsorption.** — Die Rechnungsverfahren, mit denen man die Schallausbreitung in den Poren der Schallschluckstoffe behandelt, sind in den letzten Jahren soweit vervollkommnet worden, daß der Schluckgrad dieser Stoffe mit seinen Abhängigkeiten von Frequenz und Wandstärke aus zwei Stoffeigenschaften berechnet werden kann: aus der „Porosität" als dem Verhältnis des Porenraumes zum Gesamtvolumen des Stoffes und aus dem Strömungswiderstand, den der Stoff bei einseitigem Überdruck der hindurchströmenden Luft entgegensetzt. Beide Eigenschaften sind durch einfache Versuche, zu denen Schall nicht einmal notwendig ist, zahlenmäßig bestimmbar. Die Porosität erweist sich selbst bei sehr verschiedenartigen Stoffen als ziemlich unveränderlich, sie schwankt um den Wert 0,8, in den Strömungswiderständen dagegen besitzt man eine große Bewegungsfreiheit. Die Theorie liefert hier die Anhaltspunkte für die Auswahl günstigster Stoffeigenschaften und günstigster Bemessung der Wandstärke. Die Genauigkeit der Rechnung und der Untersuchungsverfahren reicht soweit, daß man schon feinere Einzelheiten der Schallfortpflanzung, wie Körperschalleitung durch das feste Gerüst des Wandbaustoffs, Abweichung vom adiabatischen Druckgesetz in den Poren und Frequenzabhängigkeit des Strömungswiderstandes hat berücksichtigen müssen. [L. Cremer, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 333.] *Tg.*

Werkstatt und Baustoffe.

621.365 : 669.71 **Verarbeitung der Leichtmetalllegierungen im Elektroofen.** — Die Aluminiumlegierungen werden nach DIN 1713 in Aluminiumknet- und Aluminiumgußlegierungen unterteilt. Die Leichtmetalle werden meist einer Nachbehandlung unterzogen. Sie werden auf Temperaturen von 450 bis 550 °C gebracht und schnell abgekühlt. Für jede Legierung muß die dafür günstigste Temperatur genau eingehalten werden. Die zulässige Toleranz von 2 % darf nicht überschritten werden. Die genaue Einhaltung der Temperatur ist bei allen anderen Vergütungsarten wie Anlassen und die sogen. Warmbehandlungsprozesse äußerst wichtig. Diese Forderung erfüllen die elektrischen Öfen am besten. Aus diesem Grunde werden letztere in der Industrie immer mehr verwendet.

Aluminiumknetlegierungen können im elektrisch geheizten Salzbad oder in Muffelöfen mit und ohne Luftumwälzung vergütet werden. Das Vergüten der Leichtmetalle wird meistens in Öfen mit Luftumwälzung vor-

genommen. Durch Gebrauch der Luftumwälzung wird eine bedeutende Glühzeitverkürzung erreicht. Nicht selbsttätig alternde Leichtmetallegierungen müssen nach dem Vergüten noch angelassen werden. Sie werden auf 120 bis 150 ° C je nach ihrer Zusammensetzung erwärmt und längere Zeit auf dieser Temperatur gehalten. Bei diesen verhältnismäßig niedrig liegenden Temperaturen ist die Luftumwälzung fast unumgänglich nötig. Aluminiumgußlegierungen werden ähnlich vergütet. Knetlegierungen, die z. B. gepreßt oder gewalzt werden müssen, werden auf Temperaturen zwischen 370 und 400 ° C gebracht. Reinaluminium braucht Temperaturen von 500 bis 550 ° C. Hierzu finden Muffelöfen mit und ohne Luftumwälzung, Drehöfen, Rollöfen u. a. Verwendung. Leichtmetalle, die eine große Tiefziehfähigkeit aufweisen müssen, sind schnell bis auf 380 ° C zu erwärmen. Das Erreichen der zum Werkstoff gehörigen höher liegenden Warmbehandlungstemperatur ist von der Zeit praktisch unabhängig. Ist gepreßter Stoff zu hart geworden, so wird er weich geglüht. Die Temperatur liegt zwischen 270 und 350 ° C. [Fr. Knoops, Elektrowärme 6 (1936) S. 24.] *Sb.*

621.318.22 **Die neuere Entwicklung der Werkstoffe für Dauermagnete.** — Man hat schon verhältnismäßig früh erkannt, daß gute Dauermagneteigenschaften erreicht werden von Stählen, die durch ihre besondere Zusammensetzung und Vorbehandlung einen heterogenen Gefügebau und damit innere Spannungen aufweisen. Ein solcher Gefügezustand wird schon bei reinen Kohlenstofflegierungen durch eine geeignete Abschreckbehandlung erzielt. Man hat daher ursprünglich als Dauermagnete Kohlenstoffstähle mit etwa 0,9 bis 1,1 % C verwendet und dabei Werte für B_r von 7000 bis 8500 Gauß und für H_c von 45 bis 60 Oe erzielt. Später wurden diese Stähle durch Cr-Zusatz von 2 bis 5 % bzw. durch einen W-Gehalt von 5 bis 6 % verbessert. Mit diesen Stählen wurden 10 000 bis 12 000 Gauß und 55 bis 70 Oe erreicht. Auch die Cr- und W-Magnetstähle weisen einen hohen C-Gehalt auf und zeigen die günstigsten magnetischen Eigenschaften im gehärteten Zustand. Ein weiterer grundlegender Fortschritt wurde dann durch die von Honda eingeführten Cr-Co- bzw. Cr-W-Co-Stähle mit einem höchsten Co-Gehalt von 36 % erzielt. Mit diesen Stählen lassen sich 8500 bis 9500 Gauß und 100 bis 250 Oe erzielen. Auch bei den Co-Magnetstählen ist ein C-Gehalt von etwa 1 % für die durch die Härtung erzielbare höchste magnetische Güte von ausschlaggebender Bedeutung. Die Warmbehandlung der Co-Magnetstähle besteht teilweise in einer Abschreckbehandlung von einer sehr hohen Temperatur von 1150 bis 1200 ° mit einer nachfolgenden Zwischenglühbehandlung bei 740 bis 780 ° und der eigentlichen Härtung bei etwa 950 ° in Öl. Die ganze Warmbehandlung ist etwas schwieriger. Die Co-Magnetstähle sind ebenso wie die C-, W- und Cr-Magnetstähle im geglühten Zustand mit spanabhebenden Werkzeugen bearbeitbar, wenngleich für diese hochlegierten Stähle die Bearbeitung etwas schwieriger ist. Während man daher vordem die Magnete fast ausschließlich aus warmgewalzten Stäben durch Biegen und Pressen herstellte, stellt man neben warmgeformten Co-Stahlmagneten auch Co-Gußmagnete her. Die große Gestaltungsfreiheit gewährleistet dabei eine weitgehende Anpassung an die magnetisch günstigste Form bei möglichst geringer mechanischer Bearbeitung.

Grundlegend neue Magnetstähle wurden entwickelt als man erkannte, daß gewisse kohlenstoffreie Fe-Co-Mo- bzw. Fe-Co-W-, insbesondere aber Fe-Ni-Al-Legierungen durch sogen. Ausscheidungshärtung ebenfalls auf günstige magnetische Gütewerte gebracht werden konnten. Von diesen Legierungen haben insbesondere die erstmalig von Mishima beschriebenen Fe-Ni-Al-Legierungen teilweise mit Co-Zusatz nach geeigneter Abschreck- und Anlaßbehandlung Werte erreicht[1]), die man mit den bis dahin bekannten Stahlsorten in keinem Fall erzielen konnte. Diese Stähle erreichen Werte von 5500 bis 7000 Gauß und 400 bis 700 Oe. Von Honda wurden neuerdings auch Co-Ti-Stähle entwickelt, die nach ähnlicher Vorbehandlung namentlich hinsichtlich der Koerzitivkraft noch höhere Werte aufweisen: 6500 bis 5500 Gauß und 750 bis 900 Oe. Die Gütewerte dieser Stähle gibt die Zahlentafel 1 wieder. Wie man erkennt, haben die neueren Stähle eine wesentlich geringere Remanenz, jedoch eine viel höhere Koerzitivkraft. Bei der Bauart der Magnete ist zur Erzielung der günstigsten Ausnutzung mit grundsätzlich anderen Konstruktionsformen zu rechnen. Die Magnete müssen kürzer und gedrungener sein wie aus einer Gegenüberstellung des günstigsten Verhältnisses von Länge zu Querschnitt in Abb. 9 hervorgeht. Bei der Bauart der neuen Magnete muß berücksichtigt werden, daß die neuen Stähle nicht warm formbar sind. Sie können nur durch Schleifen bearbeitet werden. Man kann sie jedoch mit Eisenjochen durch Löten oder Schweißen oder geeignete Schrauben verbinden. Die neuen Magnete haben sich in der letzten Zeit für den Lautsprecherbau, für die verschiedensten Meßgeräte als Dämpfungs- und Dynamomagnete bereits weitgehend eingeführt. Für weitere Anwendungsgebiete für Kleinmotoren und Generatoren wird zweifellos der neue Magnet in Zukunft noch eine zusätzliche Bedeutung erlangen. [F. Pölzguter, Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 853; s. a. W. Jellinghaus, Z. techn. Physik 7 (1936) S. 33.]. *Sb.*

Zahlentafel 1. Gütewerte von Dauermagnetstählen.

Stahlart	$\mathfrak{B}_r$	$\mathfrak{H}_c$	$\mathfrak{B}\mathfrak{H}_{max}$ mittel	$\frac{\mathfrak{B}\mathfrak{H}_{max}}{8\pi}$ Erg mittel
W-Magnetstahl	10 500/11 500	55/65	280 000	11 100
15 % Co-Magnetstahl	7500/8500	185/195	650 000	26 000
36 % Co-Magnetstahl	8500/9500	220/250	950 000	38 000
Oerstit 500 (Ni-Al)	6000/6300	500/550	1 250 000	50 000
„ 700 (Ni-Al-Co)	5800/6300	700/750	1 400 000	56 000
„ 800 (Co-Ni-Ti)	6000/6500	750/800	1 600 000	64 000

Abb. 9. Günstigste Verhältnisse von Länge zu Querschnitt bei Dauermagneten.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1181.

Verschiedenes.

Neue Anordnungen für unedle Metalle. — Die Überwachungsstelle für unedle Metalle erläßt[1]) die Anordnungen 35, 36 und 37, durch die teilweise frühere Verordnungen aufgehoben werden. Anordnung 35 über den Verkehr mit unedlen Metallen ist die neue Fassung für die Anordnung 5 vom 3. 7. 1934[2]). Sie besagt, daß der Verkehr mit unedlen Metallen, d. h. sowohl der Einkauf von unedlen Metallen wie auch jede Verfügung über unedle Metalle, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Überwachungsstelle gestattet ist. Anordnung 36 betrifft die Regelung der Lagerhaltung für unedle Metalle. Die Regelung in der Lagerhaltung wird auf Antimon und Kobalt ausgedehnt. Anordnung 37 regelt den Einkauf und Verkauf von unedlen Metallen. Mit dem Erlaß dieser Anordnungen treten die Anordnungen 1, 2, 5, 14, 15 und 28 außer Kraft.

[1]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 55 v. 5. 3. 1936.
[2]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 156 v. 7. 7. 1934.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Die Gittersteuerung von Gasentladungen.

Von Dr. A. Glaser, Berlin.

621. 314. 13

Übersicht Die verschiedenen Verfahren zur Steuerung von Gasentladungsgefäßen werden besprochen. Insbesondere werden das Initialzündverfahren, die Gittersteuerung im eigentlichen Sinne und die Möglichkeiten der Steuerung des brennenden Bogens behandelt*).

So wie das Hochvakuum-Entladungsgefäß (Glühkathodenröhre mit reiner Elektronenentladung) seine technische und wirtschaftliche Bedeutung erst durch die Einfügung des Steuergitters bekommen hat, so hat die Einfügung des Steuergitters auch bei den Gasentladungsgefäßen eine große Entwicklung angeregt, die in den Laboratorien der Industrie schon verhältnismäßig weit vorwärts getrieben wurde, die aber in der Praxis doch erst in ihren Anfängen steht. An gittergesteuerten Gasentladungsgefäßen verwendet die Elektrotechnik heute im wesentlichen Quecksilberdampf-Gleichrichter teils in Glasgefäßen, teils in Eisengefäßen, teils mit flüssiger Quecksilberkathode, teils mit Glühkathode. Die Bezeichnungen, die man für diese Gefäße verwendet, haben sich historisch entwickelt und treffen heute die Sachlage zum Teil nicht mehr vollständig. Unter einem Glasgleichrichter verstehen wir ein Entladungsgefäß mit flüssiger Quecksilberkathode, unter einem Eisengleichrichter ein Entladungsgefäß aus Eisen mit Quecksilberkathode, während beim Glühkathoden-Gleichrichter es die Bezeichnung offen läßt, ob das Gefäß aus Glas oder aus Metall ist. Man hat beides durchgeführt und muß also zur Bezeichnung Glühkathoden-Gleichrichter noch eine Angabe hinzufügen, aus welchem Baustoff das Gefäß ist. Da ferner sämtliche Gefäßarten mit und ohne Steuergitter ausgeführt werden, muß die Bezeichnung eines Gefäßes auch noch eine diesbezügliche Angabe enthalten. Und da schließlich der Glühkathoden-Gleichrichter in besonderen Fällen statt in Quecksilberdampf auch in Edelgas arbeiten kann, muß bei einer vollständigen Bezeichnung in diesem Falle auch noch eine Angabe über die Gasart hinzutreten. So entstehen dann Bezeichnungen von der Art: „Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Glühkathode und Steuergitter in Glasgefäß" und ähnliche. Derartige Bezeichnungen sind zwar vollständig, aber ungewöhnlich schwerfällig, und es läge nahe, für diese Entladungsgefäße kurze Kennworte einzuführen. Leider hat man sich in Deutschland bisher auf allgemein gültige Kennworte nicht einigen können. Lediglich für die Gesamtheit der technischen Entladungsgefäße scheint sich das Kennwort „Stromrichtgefäß" allgemein durchzusetzen. Da wir uns in der vorliegenden Arbeit nur mit gittergesteuerten Entladungsgefäßen befassen wollen und nur mit quecksilberdampfgefüllten, soll das Wort „Stromrichtgefäß" in diesem eingeschränkten Sinne gebraucht werden.

Die Gittersteuerung von Gasentladungen hat sich zwar an die Gittersteuerung reiner Hochvakuumentladung angeschlossen, die Entwicklung des gitterlosen Stromrichtgefäßes jedoch ist von Anfang an selbständig betrieben worden und wurde nicht von der Entwicklung gitterloser Hochvakuum-Entladungsgefäße beeinflußt. Den ersten großen Anstoß bekam diese Entwicklung der zunächst gitterlosen Stromrichtgefäße durch Cooper-Hewitt am Anfange unseres Jahrhunderts. Cooper-Hewitt lehrte uns Quecksilberdampf-Gleichrichter überhaupt im neuzeitlichen Sinne zu bauen. Er war es auch, der die ersten Lehren für die Steuerung der Entladungen — wenn auch ohne Steuergitter — gegeben hat.

Die Grundeigenschaft aller Stromrichtgefäße seit Cooper-Hewitt bis auf den heutigen Tag liegt in ihrem Ventilcharakter: Sie lassen den elektrischen Strom nur in einer Richtung durch, und zwar den positiven Strom von der Anode zur Kathode[1]).

Zwei Gründe waren es, die es zu Cooper-Hewitts Zeiten schon erfolgversprechend erscheinen ließen, Quecksilberdampf-Gefäße mit Quecksilberkathode in die Starkstromtechnik einzuführen und nicht die damals an sich schon bekannten Glühkathoden-Gleichrichter: 1. Man konnte damals nicht im entferntesten hoffen, Glühkathoden von einer Größe und Haltbarkeit zu bauen, wie sie die Starkstromtechnik erfordert, und 2. verursachen die hohen Spannungsabfälle in Hochvakuumgefäßen mit Glühkathode bei starken Strömen so erhebliche Leistungsverluste, daß an eine wirtschaftliche Verwendung derartiger Gefäße in der Technik nie und nimmer hätte gedacht werden können. Inzwischen hat sich das in gewissem Sinne geändert. Man lernte es, haltbarere Glühkathoden zu bauen, und man lernte Arbeitsgebiete kennen, bei denen man die hohen Leistungsverluste in Kauf nehmen konnte bezw. in Kauf nehmen mußte; so hat der Hochvakuum-Glühkathoden-Gleichrichter neben dem Quecksilberkathoden-Gleichrichter Bedeutung auf Sondergebieten bekommen. Heute hat sich dies Bild wieder völlig zugunsten der Quecksilberdampf-Gleichrichter verschoben: Man hat es gelernt, auch mit Spannungen bis herauf zu 50 000 V in Dampfentladungsgefäßen zu arbeiten, die teils mit Quecksilberkathode, teils mit Glühkathode ausgerüstet sind.

Die Entladung findet in neuzeitlichen Gefäßen nicht im hohen Vakuum statt, sondern in einer Gas- oder Dampfatmosphäre, vornehmlich in Quecksilberdampf von Drucken, die zwischen $^1/_{10}$ und $^1/_{1000}$ mm Hg liegen. Man verwendet neben der Quecksilberkathode auch großflächige Glühkathoden. Der wesentlich kleinere Leistungsverlust in dampfgefüllten Gefäßen rührt von der Ionisierung des Quecksilberdampfes her. Ionen, die grundsätzlich positiv geladen sind, strömen zur Kathode und neutralisieren auf diesem Wege die negative Raumladung, die durch die von der Kathode zur Anode strömenden Elektronen gebildet wird, zu einem sehr wesentlichen Teil. Da nun die negativen Raumladungen der strömenden Elektronen es sind, die im Glühkathoden-Hochvakuumgefäß den hohen Spannungsabfall erzeugen, so haben wir im Quecksilberdampf-Gefäß wesentlich kleinere Spannungsabfälle zu erwarten. Bei den neuzeitlichen technischen Gefäßen liegen sie in der Tat etwa zwischen 4 und 30 V, während große Hochvakuumgefäße bis 1000 V Spannungsabfall und zuweilen sogar darüber besitzen. Unter sonst gleichen Umständen liegen also die Leistungsverluste in Dampfentladungsgefäßen meist mindestens eine Zehnerpotenz niedriger als in den Hochvakuumgefäßen. Leider bringt die Einfügung des Quecksilberdampfes in die Entladungsstrecke auf dem Gebiete der Gittersteuerung eine Reihe von Erschwernissen mit sich. Bevor wir uns jedoch mit der Gittersteuerung befassen, müssen wir noch einige grundsätzliche Erörterungen anstellen und uns dabei auch mit dem Steuerverfahren Cooper-Hewitts befassen.

Die Dampfentladungsgefäße kann man in zwei Gruppen einteilen, in solche mit erregter Kathode und solche mit nicht erregter Kathode. Das Urbild der nicht erregten Kathode ist die Quecksilberkathode, das Urbild der erregten Kathode ist die Glühkathode. Aus einer Glühkathode treten, auch wenn keine Anodenspannung am Gefäß liegt, ununterbrochen Elektronen aus, die sich als negative Raumladung rings um die Glühkathode lagern. Solange keine Anodenspannung anliegt, gelangt nur ein sehr kleiner Bruchteil dieser Elektronen zur Anode, die meisten werden auf die Kathode wieder zurückgetrieben. Legt man aber Anodenspannung an, so setzen sich sofort Massen von Elektronen auf die Anode zu in Bewegung, ionisieren das Gas und führen die Zündung ohne weiteres Zutun herbei, schon wenn Spannungen von nicht einmal 20 V zwischen Anode und Kathode liegen. Anders ist es bei der Quecksilberkathode. Aus ihr treten zunächst keine Elektronen aus. Im Dampfraum befinden sich jedoch einige wenige natürlich vorhandene Ionen, die etwa durch

*) Auszug aus einer Vortragsreihe, gehalten am 12. 12. 1935, 15. 1., 29. 1., 26. 2. und 11. 3. 1936 vor den VDE-Jungingenieuren.

[1]) Siehe a. Kübler, ETZ 57 (1936) H. 6, S. 161.

radioaktive Strahlung und durch Höhenstrahlung, die ja überall vorhanden sind, oder durch mancherlei andere Prozesse gebildet werden können. Diese Ionen setzen sich auf die Quecksilberkathode zu in Bewegung und befreien aus ihr einige wenige Elektronen, die nun ihrerseits auf die Anode zu wandern und unterwegs Ionen bilden, die wieder zur Kathode zurückwandern. Diese Folge von Prozessen kann auch zu einer Zündung führen, aber nur dann, wenn zwischen Anode und Kathode ganz erhebliche Spannungen angelegt werden. Das Entscheidende für die beiden eben dargestellten Fälle ist nun dies: Bei dampfgefüllten Glühkathodengefäßen müßte man besondere Bedingungen schaffen (sehr niedrige Anodenspannungen bzw. Unterbringung der Anode weit weg von der Kathode in einem langen, verhältnismäßig sehr engen Arme), wenn man das sofortige Zünden beim Anlegen der Anodenspannung verhindern wollte. Bei der Quecksilberkathode dagegen müßte man gerade das umgekehrte Verfahren anwenden (Anode in einem weiten Raume verhältnismäßig nahe an die Kathode, verhältnismäßig hohe Anodenspannungen), um ein Gefäß zu schaffen, das von selber zündet. Sieht man von diesen Möglichkeiten ab, so kann man den allgemeinen Satz prägen: Das dampfgefüllte Glühkathodenrohr zündet stets von selber, das Quecksilberkathodenrohr zündet nie von selber. Die Unterdrückung der oben dargelegten Möglichkeiten in dem eben aufgestellten allgemeinen Satze rechtfertigt sich noch durch folgende praktische Erwägungen: Nehmen wir an, wir hätten ein Glühkathodenrohr, das in der Lage ist, bei 12 V zu zünden, und ein Quecksilberkathodenrohr, das in der Lage ist, bei 100 V zu zünden, und wir wollten mit Hilfe beider Gefäße einen Wechselstrom von 100 V Scheitelwert gleichrichten. Dann würde also das Glühkathodenrohr mit Dampffüllung in jeder positiven Halbperiode bei Erreichung des Augenblickswertes von 12 V, d. h. also ganz am Anfang der Halbperiode, zünden, das Quecksilberkathodenrohr aber erst bei 100 V, d. h. also wenn die positive Halbwelle den Scheitelwert erreicht. Man könnte also im letzteren Falle nur etwa den halben Gleichstrommittelwert durch das Gefäß hindurchbringen wie im ersten Fall, und es bliebe im letzten Falle fast die Hälfte der Leistung, welche das Wechselstromnetz zur Gleichrichtung mit Hilfe eines einzigen Entladungsgefäßes bereithält, unausgenutzt. Durch Verwendung höherer Anodenspannung könnte die Sachlage nun allerdings zugunsten des Quecksilberkathodenrohres verschoben werden. Einen mit dem Glühkathodenrohr vergleichbaren Nutzeffekt hätte man aber beim Quecksilberkathodengefäß erst bei so hohen Spannungen, daß gerade beim Quecksilberkathodengefäß schon längst Rückzündungen eingesetzt hätten, d. h. Zündungen zwischen Anode und Kathode in der negativen Halbwelle des Anodenstromes, so daß die Gleichrichterwirkung des Rohres nicht mehr vorhanden wäre.

Schon Cooper-Hewitt hat nun ein Mittel angegeben, das das Quecksilberkathodenrohr dem dampfgefüllten Glühkathodenrohr gleichzustellen vermag: Er hat jene Einrichtung vorgeschlagen, die wir heute „Erregerbogen" nennen. Wenn der Hauptbogen zwischen Anode und Kathode brennt, so bildet sich auf der Quecksilberoberfläche als wesentlicher Teil des kathodischen Entladungsgebildes der grünlich leuchtende Kathodenfleck. Dieser Kathodenfleck soll nun nach Cooper-Hewitt dauernd aufrechterhalten bleiben dadurch, daß zwischen der Quecksilberkathode und einer in ihrer Nähe angebrachten Hilfsanode, die wir heute „Erregeranode" nennen, ein kleiner Teilbogen vorhanden ist. Dieser wird z. B. mit Gleichstrom betrieben und kommt, wenn er einmal gezündet wurde, niemals zum Erlöschen, solange die Gleichspannung anliegt. Durch diese Maßnahme wird die Quecksilberkathode der Glühkathode in allen wesentlichen Punkten, die uns hier interessieren, gleichgestellt. Über dem Kathodenfleck sind wie bei einer Glühkathode dauernd freie Elektronen vorhanden, so daß sofort beim Anlegen der Anodenspannung das gleiche Spiel einsetzen kann wie bei dieser. Wir haben also nunmehr zwei Gruppen von Kathoden, die Gruppe der erregten Kathoden, zu welcher die Glühkathode zählt und die erregte Quecksilberkathode, und die Gruppe der unerregten Kathoden, zu welcher die gewöhnliche, nicht erregte Quecksilberkathode zählt.

Cooper-Hewitt hat nun auch für nicht erregte Quecksilberkathoden ein Mittel angegeben, das eine Zündung am Anfang der positiven Halbwelle der Anodenspannung gestattet. Er sagt, man solle auf die Anode eines solchen Gefäßes zu Beginn jeder positiven Halbwelle einen Spannungsstoß kleiner Leistung geben, dessen Höhe ausreicht, eine kurzzeitige Entladung zwischen Anode und Kathode zu erzeugen und der stark genug ist, auf der Quecksilberoberfläche einen Kathodenfleck hervorzurufen. Dann wird aus diesem Kathodenfleck die Entladung unter dem Einfluß der eigentlichen Anodenspannung einsetzen können. Wir nennen einen derartigen Spannungsstoß einen „Initialstoß". Statt den Initialstoß auf die Hauptanode zu geben, kann man ihn auch auf eine Hilfselektrode geben, die entweder in der Nähe der Anode oder Kathode angebracht ist oder aber auch in Form einer sogenannten Zündschelle außerhalb des Entladungsgefäßes als Blechband ausgebildet ist.

Mit Hilfe derartiger Initialstöße kann man nun, wie Cooper-Hewitt ebenfalls schon zeigte, den Gleichstrommittelwert, der durch das Entladungsgefäß hindurchgeht, beeinflussen. Man braucht nur den Initialstoß statt am Anfang der positiven Halbwelle der Wechselspannung zu irgend einem beliebig anderen Zeitpunkt der positiven Halbwelle auf das Entladungsgefäß zu geben, um zu erreichen, daß nur noch beliebige Bruchteile der positiven Halbwelle durch das Entladungsgefäß gehen (siehe Abb. 1).

Abb. 1. Phasenschiebung des Zündeinsatzes.

Abb. 2. Beispiel für ein Initialzündrohr (Ignitron).

Diese Art der Steuerung hat erst in neuerer Zeit praktische technische Bedeutung erreicht im sogenannten „Ignitron". Ein solches Entladungsgefäß hat eine normale Quecksilberkathode, in welche mit seinem unteren Ende ein Halbleiterstäbchen taucht, dessen oberes Ende eine metallische Stromzuführung besitzt (vgl. Abb. 2). Die Hauptanodenspannung wird zwischen Anode und Kathode gelegt, der Initialstoß wird zwischen Kathode und oberem Ende des Halbleiterstäbchens zugeführt. Beim Auftreten des Initialstoßes bildet sich zunächst an der Berührungslinie der Quecksilberoberfläche mit dem Zylindermantel des Halbleiterstäbchens der Kathodenfleck einer Entladung, die nach dem oberen Ende des Halbleiterstäbchens brennt. Aus diesem Kathodenfleck entwickelt sich dann die Entladung zur Hauptanode. Zu den Hilfsmitteln, die diese Steuerung praktisch durchführbar machen, gehört außer jener Einrichtung, die den Initialstoß herstellt, noch eine Einrichtung, die die Phasenlage des Initialstoßes gegenüber der Anodenspannung zu verschieben gestattet.

Grundsätzliche Bedingung für alle Initialverfahren ist es also, daß das Entladungsgefäß unter dem Einfluß der Anodenspannung allein nie zünden darf, sondern daß es stets erst unter dem Einfluß des Initialstoßes zur Zündung kommen kann. Was wir also ursprünglich an der unerregten Kathode als einen Mangel empfunden haben, wird nun zur unerläßlichen Bedingung.

Aus dem eben Gesagten folgt, daß Entladungsgefäße mit erregter Kathode durch ein Initialverfahren im Normalfall nicht gesteuert werden können, da sie ja schon bei sehr kleinen Augenblickswerten der Anodenwechselspannung von selber zünden. Wenn wir nun bei erregten Kathoden das gleiche erreichen wollen, wie bei nicht erregten, so müssen wir an Stelle des Initialstoßes ein Mittel verwenden, das die an sich schon am Anfang der positiven Halbwelle der Wechselspannung vorhandene Möglichkeit zum Zünden so lange unterdrückt, bis uns die Zündung erwünscht erscheint. Wenn wir ein solches Mittel besitzen, werden wir genau dieselben Stromkurven bekommen, wie wir sie nach dem oben dargestellten Initialverfahren (vgl. Abb. 1) gefunden haben.

Als ein solches Mittel hat Langmuir das Steuergitter angegeben. Wie Abb. 3 zeigt, liegt dieses Steuergitter wie beim Radiorohr zwischen Kathode und Anode. Es unterscheidet sich aber in manchem grundsätzlich von diesem. Es ist im allgemeinen nur in der Lage, darüber zu entscheiden, ob die Entladung zünden darf oder nicht.

a mit Glühkathode b mit Hilfslichtbogen

Abb. 3. Gittergesteuerte Entladungsgefäße mit erregter Kathode.

Es kann jedoch eine einmal brennende Entladung, d. h. einen bestehenden lichtbogenartigen Stromfluß zwischen Kathode und Anode, im allgemeinen nicht mehr beeinflussen. Stark negatives Potential des Gitters gegenüber der Kathode verhindert die Zündung, positives Potential des Gitters gegenüber der Kathode läßt die Zündung vonstatten gehen. Untersucht man diese Verhältnisse im einzelnen, so findet man für jede Anodenspannung einen bestimmten Wert des genannten Gitterpotentials, bei welchem die Zündung der Entladung erstmalig stattfindet, wenn man mit dem Gitterpotential von negativen zu positiven Werten fortschreitet. Fügt man diese Gitterpotentiale für einen weiten Bereich von Anodenspannungen aneinander, so erhält man das in Abb. 4 dargestellte Schaubild, welches einen Kurvenzug — die Steuerkennlinie — darstellt, der den Gitterspannungsbereich, in welchem die Entladung unterdrückt wird, von jenem Gitterspannungsbereich scheidet, in welchem die Zündung möglich ist. Wenn wir Anodenwechselspannung haben, deren Augenblickswerte in jeder Halbperiode von Null bis zum Scheitelwert steigen und dann wieder zu Null abfallen, so ist jedem dieser Augenblickswerte ein aus der Steuerkennlinie zu entnehmender Augenblickswert der Gitterspannung zuzuordnen. So entsteht die Wechselstrom-Steuerkennlinie, die in Abb. 5 dargestellt ist. Solange das Gitterpotential unterhalb der Wechselstrom-Steuerkennlinie liegt, kann die Entladung nicht zünden, sobald der Zug des Gitterpotentials die Wechselstrom-Steuerkennlinie überschneidet, findet die Zündung statt. Man kann hier zur Steuerung nach dem Vorgange von Toulon prinzipiell gewöhnliche Wechselspannung benutzen, deren Amplitude von hinreichender Größe ist und deren Phasenlage gegenüber der Anode verschoben werden kann; denn dann kann, wenn die Gitterspannung um 180° gegenüber der Anodenspannung verschoben ist, das Gefäß überhaupt nicht zünden, und wenn es weniger als 180° verschoben ist, zu jedem gewünschten Zeitpunkte der positiven Halbwelle und schließlich bei 0° Phasenverschiebung zu Anfang derselben zünden (vgl. Abb. 6). Die Physik dieser Art von Gittersteuerung ist heute schon ziemlich weitgehend bekannt. Sie ist zu einem großen Sondergebiet der Gasentladungsphysik geworden, wir wollen aber in dieser Übersicht über den Stand der Technik auf Einzelheiten nicht eingehen.

Abb. 4. Steuerkennlinie eines gittergesteuerten Entladungsgefäßes.

Abb. 5. Wechselspannungs-Steuerkennlinie.

Das Gittersteuerungsverfahren kann man nun auch mit dem Initialsteuerverfahren kombinieren. Ein interessanter Versuch, der zwar kaum praktische Bedeutung hat, der aber manchmal zu Verwechslungen Anlaß gegeben hat, beruht auf folgendem: Wir haben oben davon gesprochen, daß für die gewöhnliche Zündung bei unerregter Kathode die natürliche Ionisation des Entladeraumes eine Rolle spielt. Man kann nun diese natürliche Ionisation künstlich dadurch verstärken, daß man eine zweite Entladungsstrecke bildet, die eine gesondert erregte Kathode, eine Anode und ein Steuergitter besitzt und kann diese Entladungsbahn z. B. so anordnen, daß sie die Hauptentladungsbahn kreuzt. Wie wir später noch sehen werden, kann man auch in gasgefüllten Entladungsröhren diejenigen Entladungsgebilde auch noch während des Stromflusses beeinflussen und auch erlöschen, die eine hinreichend kleine Stromstärke aufweisen. Dadurch kann man erzielen, daß — bei geeigneter Anordnung — die Nebenentladungsstrecke in einem passenden Augenblick für den Stromfluß freigegeben wird, und daß in einem anderen passenden Augenblick dieser Stromfluß wieder unterbrochen wird, auch wenn an Anode und Kathode der Hilfsentladungsstrecke Gleichspannung liegt, s. Abb. 7. Die Ladungsträger der Hilfsentladungsstrecke passieren auch die Hauptentladungsstrecke und werden dort, ebenso wie die Ladungsträger der natürlichen Ionisation, vom Felde zwischen Hauptanode und Hauptkathode erfaßt. Die um diese Ladungsträger vermehrte natürliche Ionisation kann dann unter geeigneten Umständen leichter als die natürliche Ionisation allein zur Zündung führen.

Abb. 6. Phasenschiebung der Gitterwechselspannung.

Abb. 7. Entladungsgefäß für kombinierte Gittersteuerung und Initialzündung.

Mit Hilfe der Ladungsträger von Nebenentladungen, insbesondere der Ionen, kann man, wenn ein Steuergitter in der Hauptentladungsstrecke vorhanden ist, auch noch zu einem anderen Steuerverfahren gelangen. Wir haben oben gesagt, daß das Gitter in der brennenden Entladung im allgemeinen seiner Wirksamkeit beraubt ist. Dies bedeutet, daß man durch ein negativ beladenes Gitter eine brennende Entladung im allgemeinen nicht zum Erlöschen bringen kann. Der Grund hierfür liegt darin, daß sich um das negativ geladene Gitter eine Raumladung positiver Ionen von solcher Mächtigkeit und Dichte aufbaut, daß das Potential des Gitters gegenüber dem Entladungsgebilde, soweit es außerhalb dieser Raumladungsschichten liegt, vollkommen abgeschirmt erscheint, also auf den Stromfluß zwischen Anode und Kathode keinen Einfluß ausüben kann. Wenn man nun in einem normalen Entladungsgefäß mit erregter Kathode und einem Steuergitter

den Stromfluß durch ein hinreichend negatives Gitterpotential unterdrückt hat, so kann man aus einer Nebenentladung Ionen in die Nähe des negativ geladenen Gitters strömen lassen. Wenn es gelingt, so viele Ionen ans Gitter kommen zu lassen, daß eine hinreichende dichte und dicke Ionenraumladungsschicht rings um das Gitter entstehen kann, dann wird auch in diesem Falle das Potential des Gitters in den übrigen Gefäßteilen unwirksam gemacht. Es ist dann so, wie wenn in dem ganzen Entladungsgefäß überhaupt kein Gitter vorhanden wäre, und das Entladungsgefäß muß in diesem Augenblick natürlich zünden (vorausgesetzt, daß nicht andere Umstände, die wir hier nicht besprechen wollen, es daran schließlich doch hindern).

Wenn wir das bisherige über die Steuerung Gesagte zusammenfassen, so haben wir zwei grundsätzliche Verfahren: Das Initialzündverfahren, das eine unerregte Kathode zur Voraussetzung hat, und ein Entladungsgefäß, das selbst bei den höchsten Anodenspannungswerten von selber nicht zünden darf und die Gittersteuerung, die eine erregte Kathode zur Voraussetzung hat und ein Gefäß, das bei möglichst kleinen Anodenspannungen schon von selber zündet.

Wir wenden uns nunmehr zum Schluß dem Gitter in der brennenden Entladung zu. Hier müssen wir einen neuen Gesichtspunkt in unsere Betrachtungen einfügen. Die Entladungsformen kann man einteilen in solche, die ein Plasma besitzen, und in solche, die keines besitzen. Zu den letzteren zählt man naturgemäß die reine Elektronenentladung im Hochvakuum, zu den ersteren dagegen die lichtbogenartige Entladung, die wir in den technischen Stromrichtgefäßen im allgemeinen vorfinden. Unter einem Plasma versteht man jenes Entladungsgebilde, das sich aus positiven und negativen Ladungsträgern, Ionen und Elektronen, in der Weise zusammensetzt, daß die Ladungsträger zu einem sehr wesentlichen Teil infolge zahlreicher Zusammenstöße untereinander keine auch nur annähernd gerichtete Bewegung ausführen, sondern eine Art Wimmelbewegung, indem sie kreuz und quer durcheinanderlaufen. Über diese Wimmelbewegung lagert sich dann eine verhältnismäßig langsame Trift, die den Stromfluß zwischen Anode und Kathode darstellt. Die Wimmelbewegung stellt also einen ungerichteten Strom dar, ihre Stärke wird gemessen als sogenannte ungerichtete Stromstärke bzw. ungerichtete Stromdichte. Jede Elektrode — außer Anode und Kathode —, die man in solch ein Gebiet, in dem eine ungerichtete Stromstärke vorhanden ist, einbringt, zeigt grundsätzlich in ihrem Verhalten die Merkmale des Verhaltens einer Sonde, ganz unabhängig davon, welche Größe eine derartige Elektrode und welche Form sie hat. In einem Plasma muß sich also auch ein Gitter ebenso verhalten wie eine Sonde. Zu den Eigenschaften einer Sonde gehört es nun, daß sie ein Raumladungsgebilde rings um sich aufbaut, und zwar wenn sie positiv geladen ist, ein Raumladungsgebilde von Elektronen, wenn sie negativ aufgeladen ist, ein solches von Ionen. Die Dicke dieser Raumladungsschicht hängt abgesehen von der Sondenform und Sondengröße ab von der zwischen Sonde und Entladung liegenden Spannung, von der Dichte des ungerichteten Stromes, von der Masse des Ladungsträgers und einer Konstanten. Je größer die angelegte Spannung ist, je kleiner die ungerichtete Stromdichte und je kleiner die Masse des betreffenden Ladungsträgers ist, um so größer ist die Schichtdicke. Dabei ist im Falle eines positiven Gitters, also beim Auftreten von Elektronenraumladungen, die ungerichtete Elektronenstromdichte in Ansatz zu bringen und bei negativem Gitter, also beim Auftreten von Ionenraumladungsschichten, die ungerichtete Inonenstromdichte. Die ungerichteten Stromdichten steigen an mit der Anodenstromdichte, also auch mit der Anodenstromstärke.

Mit Hilfe dieser Sondeneigenschaften kann man nun eine Steuerung des brennenden Bogens oder wenigstens eine Unterbrechung desselben bewerkstelligen. Nehmen wir einmal an, wir hätten ein Gitter mit engen Löchern in einer Lichtbogenentladung. Wir lassen die negative Gitterspannung anwachsen, dann wird sich rings um das Gitter eine wachsende positive Raumladungsschicht bilden. Diese wachsende Raumladungsschicht wird anfangs kaum merklich, später in ansteigendem Maße die Strombahnen durch das Gitterloch hindurch einengen und schließlich, wenn die Raumladungsschichten im Gitterloch zusammenfließen, gänzlich abschnüren und so unterbrechen. D. h. also, wir können mit Hilfe hinreichend hoher negativer Gitterspannungen theoretisch in jedem Falle eine Steuerung und ein Erlöschen auch des brennenden Bogens erzielen. Bei welchen Spannungen dies tatsächlich der Fall wird, hängt zunächst von der Gitterlochweite ab: Je kleiner sie ist, um so weniger negativ braucht die Gitterspannung zu sein, um den Bogen zum Erlöschen zu bringen. Des weiteren sind zur Erlöschung um so geringere negative Gitterspannungen erforderlich, je geringer die ungerichtete Ionenstromdichte ist. Die ungerichtete Ionenstromdichte nun sinkt mit der Anodenstromstärke. Ferner sinkt sie mit der Anodenstromdichte. Das letztere heißt also, je weiter seitlich ausgedehnt ein Entladungsgebilde von vorgegebener Anodenstromstärke ist, um so geringer ist die ungerichtete Ionenstromdichte in ihm. Die ungerichtete Ionenstromdichte sinkt schließlich auch noch mit sinkendem Gasdruck. Wählt man also enge Gitterlöcher in einem seitlich weit ausgedehnten Entladungsgebilde bei möglichst kleinen Drücken, so wird man auch beträchtliche Stromstärken eines brennenden Bogens noch durch ein Steuergitter beeinflussen und zum Erlöschen bringen können, ohne allzu hohe negative Gitterspannung anwenden zu müssen.

Auf diese Weise könnte man also Gleichstrom-Bogenentladungen von beträchtlicher Stärke durchaus sicher steuern. Praktisch verwendbar ist diese Steuerung aber deswegen nicht ohne weiteres, weil mit wachsender Drosselung des Anodenstromes der Spannungsabfall zwischen Anode und Kathode ansteigt, bis er schließlich die Höhe der Anodenspannung erreicht hat und die Entladung erlischt. Bei starken Strömen würde das wieder erhebliche Leistungsverluste im Gefäß bedingen, die wir in Form von Wärme von den Gefäßwänden abführen müßten. Das würde neben dem Leistungsverlust auch erhebliche Aufwendungen für Kühleinrichtungen und Kühlmittel mit sich bringen. Dagegen hat die plötzliche Unterbrechung eines Gleichstrombogens praktische Bedeutung. Sie ist technisch ohne weiteres durchführbar, da bei dem ruckartigen Hochschnellen des Spannungsabfalles nur verschwindend kleine Leistungsverluste auftreten.

Von dem eben geschilderten Steuerprinzip machen auch die Kopfstrom- und Wandstromverstärker nach Schottky und Lübcke Gebrauch. Sie sind in Laboratorien bis zu erheblichen Stromstärken entwickelt worden, haben aber eine praktische Bedeutung — wohl wegen ihrer geringen Wirtschaftlichkeit — bisher nicht erlangt.

Zusammenfassung.

Zwei große Gruppen von Steuermöglichkeiten haben wir kennengelernt: 1. die Steuerverfahren ohne Steuergitter — die Initialzündsteuerung —, die nur dann anwendbar sind, wenn das Entladungsgefäß unter dem Einfluß der Anodenspannung allein von selber nicht zünden kann, und 2. die Steuerverfahren mit Steuergitter. Für das Starkstromgebiet ergeben sich hier zwei Möglichkeiten: 1. die Steuerung des Zündeinsatzes, die nur dann möglich ist, wenn das Entladungsgefäß schon bei sehr kleinen Anodenspannungen von selber zündet und 2. die Steuerung des brennenden Bogens mit Hilfe von Raumladungsschichten, die sich um das Gitter aufbauen, die nur bei kleinen Stromdichten und mäßigen Drücken für die plötzliche Erlöschung des brennenden Bogens eine praktische Bedeutung hat. Bezüglich des Einflusses des Druckes sei hier der Vollständigkeit halber noch gesagt, daß bei sehr tiefen Drücken, wenn sich keine Bogenentladung mehr bilden kann, also kein Plasma mehr entsteht, eine Steuerbarkeit der Entladung vorliegt, die in den wesentlichen Einzelheiten der Steuerbarkeit einer reinen Elektronenladung entspricht. Bei sehr hohen Drücken ist eine Steuerung überhaupt nicht mehr möglich.

Aus dem Schrifttum.

Für das Gebiet der Physik und Technik der elektrischen Gasentladungen ganz allgemein:

Engel und Steenbeck, Elektrische Gasentladungen, ihre Physik und Technik, 2 Bände. Berlin: Julius Springer 1934.

Für das Gebiet der Theorie der Stromrichter:

Glaser und Müller-Lübeck, Einführung in die Theorie der Stromrichter. I. Elektrotechnische Grundlagen; II. Band: Physik der Stromrichtgefäße (erscheint demnächst). Berlin: Julius Springer. 1935.

Für das Gebiet der Physik der Gittersteuerung im einzelnen kommen noch die beiden folgenden Arbeiten in Frage:

A. Glaser, Jb. Forschungsinst. AEG 3 (1931/32), S. 47 bis 100. 1933

A. Glaser, Jb. Forschungsinst. AEG 4 (1933/34) (im Erscheinen).

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Ausschuß hatte in ETZ 56 (1935) H. 22, S. 627/29 einen Entwurf zu VDE 0320 mit einer Einspruchsfrist veröffentlicht. Die auf Grund dieser Veröffentlichung eingegangenen Einsprüche sind ordnungsgemäß behandelt worden und haben zu den nachstehend wiedergegebenen Änderungen an der Entwurfsfassung geführt.

Der nunmehr vorliegende endgültige Wortlaut von VDE 0320/1936 „Leitsätze für die Prüfung von gummifreien Isolierpreßstoffen“ ist von dem Vorsitzenden des VDE genehmigt und zum 1. April 1936 in Kraft gesetzt worden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Isolierstoffe.

VDE 0320/1936

„Leitsätze für die Prüfung von gummifreien Isolierpreßstoffen“.

(Änderungen gegenüber dem Entwurf in ETZ (1935) H. 22, S. 627/29.)

§ 1.
Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. April 1936 in Kraft[1]).

§ 4.
Mindestanforderungen.

Tafel I erhält die unten wiedergegebene Fassung.

§ 11.
Wärmefestigkeit.

a) Die Wärmefestigkeit nach Martens wird nach Abschnitt A 4 a) von VDE 0302/1924 ermittelt.

Erforderlich sind 3 Probestäbe von 10 mm × 15 mm × 120 mm.

Ein in Tafel I angegebener Mindestwert gilt als erreicht, wenn der Durchschnittswert der 3 Prüfungen nicht unterhalb dieses Mindestwertes liegt sowie keines der 3 Einzelergebnisse diesen Mindestwert um mehr als 5 % unterschreitet.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im März 1936. — Veröffentlicht: ETZ 56 (1935) S. 627; 57 (1936) S. 403.
Über die Entwicklung der Typeneinteilung siehe ETZ 44 (1923) S. 137; 45 (1924) S. 730; 46 (1925) S. 979; 49 (1928) S. 1094; 53 (1932) S. 709; 56 (1935) S. 1311.

Tafel I. Typen gummifreier Isolierpreßstoffe.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Typ	Eigenschaften (Mindestwerte)						Übliche Zusammensetzung	Verarbeitungsart
	mechanische		thermische		elektrische[2])			
	Biegefestigkeit kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	Wärmefestigkeit[1]) Martensgrade	Glutfestigkeit Gütegrad	Oberflächenwiderstand nach 24-st. Liegen in Wasser[3]) Vergleichszahl	MΩ		
1	500	3,5	150	4	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit anorg. Füllstoff	Warmpressung
M	700	15,0	150	4	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit anorg. Gespinst als Füllstoff	
0	600	5,0	100	2	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
S	700	6,0	125	3	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
T	600	12,0	125	2	3	100	phenoplastisches Kunstharz mit org. Gespinst als Füllstoff	
K	600	5,0	100	3 [4])	4	10 000	aminoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
7	250	1,5	65	1	3	100	Naturharz, natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anorg. Füllstoff	Warmpressung
8	150	1,0	45	3	3	100	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anorg. Füllstoff	
A	300	15,0	40	1	3	100	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	
2	350	2,0	150	4	3	100	Kunstharz mit Asbest u. anorganischem Füllstoff	Kaltpressung
3	200	1,7	150	4	3	100	Kunstharz mit Asbest u. anorganischem Füllstoff	
4	150	1,2	150	4	3	100	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anorganischem Füllstoff	
Y	1000	5,0	400	5	4	10 000	Bleiborat m. Glimmer	Warmpressung
X	150	1,5	250	5	—	—	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. anorganischem Füllstoff	Kaltpressung

[1]) Die Dauer-Wärmefestigkeit der anorganisch gefüllten Isolierpreßstoffe liegt im allgemeinen über, die der organisch gefüllten dagegen unter der Wärmefestigkeit nach Martens.
[2]) Alle Typen mit Ausnahme von Typen X und Y sind nicht als lichtbogenfest anzusprechen (Stufe 0 nach Abschnitt B 3 von VDE 0302/1924).
[3]) Bei dauernder Einwirkung von hoher Luftfeuchtigkeit sind Isolierpreßstoffe mit organischer Füllung als Träger Spannung führender Teile im allgemeinen nicht geeignet.
[4]) Bei den Untersuchungen der letzten Jahre entsprach die Glutfestigkeit von Typ K ausnahmslos dem Gütegrad 3. Daher mußte der vor Jahren festgelegte Wert von 2 in 3 geändert werden.

b) Die Dauer-Wärmefestigkeit eines Stoffes wird in Grad Celsius angegeben und kennzeichnet die höchste Temperatur, die der Stoff auf lange Dauer (mind. 200 h) annehmen kann, ohne seine Eigenschaften wesentlich zu verschlechtern. Die Eigenschaften vor und nach der Dauererwärmung sind bei Raumtemperatur zu bestimmen.

§ 16.

Kriechstromfestigkeit.

Der 2. Absatz wird gestrichen.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat Entwürfe zu

DIN VDE 450 „Gewinde für Schutzgläser und Kappen",
„ „ 451, Blatt 1 „Gewindelehren",
„ „ 451, Blatt 2 „Lehren für Glasdurchgang"

aufgestellt, die nachstehend bekanntgegeben werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Juni 1936 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Erläuterungen.

Das Normblatt DIN VDE 450 soll um zwei größere Gewinde für Lampen bis 750 W und ein kleineres Gewinde für 40 W-Lampen erweitert werden. Für die 40 W-Armaturen ist in nachstehendem Entwurf auf Grund der Beschlüsse der Hersteller unter Berücksichtigung der bei der Herstellung der Armaturen auftretenden Unrundungen und Gratbildungen das Gewinde 75,5 gewählt worden, während von der Fachgruppe Hohlglas-Industrie das Gewinde 74,5 mit nachfolgenden Abmessungen für ausreichend gehalten wird.

	Glas	Kappe
Gewindeaußendurchmesser	d = 74,5 mm Größtmaß 73,5 mm Kleinstmaß	D = 75 mm Kleinstmaß 78 mm Größtmaß
Gewindeinnendurchmesser	d_1 = 68,5 mm Größtmaß 67,5 mm Kleinstmaß	D_1 = 69 mm Kleinstmaß 72 mm Größtmaß
Steigung h	7,5 mm	
Gewindetiefe t_1	3 mm	
Glasdurchgang d_3	61,5 mm Kleinstmaß	

Hiernach ergibt sich bei gleichen Abmaßen der Lehren für die Gewinde 74,5 und 75,5

beim Gewinde 74,5 am Glas und in der Kappe eine Kleinstüberdeckung von rund 1,5 mm, und

beim Gewinde 74,5 am Glas und 75,5 in der Kappe ebenfalls eine Kleinstüberdeckung von rund 1,5 mm.

Sind Gläser und Kappen 75,5 in Gebrauch und wird in diese beim Auswechseln ein Glas mit Gewinde 74,5 eingesetzt, so würde bei Lehrenhaltigkeit von Glas und Kappe die Überdeckung in jedem Falle genügen.

Um auch beim Gewinde 74,5 eine Kleinstüberdeckung von rund 2,5 mm zu erreichen, müßten die Kappengewinde-Größtmaße von D und D_1 um 1 mm herabgesetzt (also für $D = 77$ und $D_1 = 71$ mm) werden, so daß die Toleranz für D (= 75 bis 77) und D_1 (= 69 bis 71) nur 2 statt 3 mm beträgt.

Um eine Entscheidung über die Aufnahme des Gewindes 74,5 oder 75,5 herbeizuführen, werden sowohl die Hersteller der Gläser und Kappen als auch die verbrauchende Industrie um ihre Stellungnahme gebeten.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Gewinde

für Schutzgläser und Kappen

621. 3 : 621. 882. 082 Elektrotechnik

Neuentwurf zu DIN VDE 450

Maße in mm

1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11
				Glas (Bolzen)						Kappe (Mutter)						
Kurzzeichen	Benennung	Steigung h	Gewindetiefe t_1	Gewindeaußendurchmesser d		Gewindeinnendurchmesser d_1		Gewindelänge l		Gewindeaußendurchmesser D		Gewindeinnendurchmesser D_1		Gewindelänge L		Glasdurchgang d_3
				Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Nennmaß[1]
Glasg **75,5**	Glasgewinde 75,5	7,5	3,5	75,5	74,5	68,5	67,5	22	20	76	79	69	72	23	25	61,5
Glasg **84,5**	Glasgewinde 84,5	7,5	3,5	84,5	83,5	77,5	76,5	23	21	85	88	78	81	24	26	68
Glasg **99**	Glasgewinde 99	7,5	3,5	99	98	92	91	26	24	99,5	102,5	92,5	95,5	27	29	82
Glasg **123,5**	Glasgewinde 123,5	7,5	3,5	123,5	122,5	116,5	115,5	29	27	124	127	117	120	30	32	106
Glasg **158**	Glasgewinde 158	12	5	158	156	148	146	40	37	159	163,5	149	153,5	42	45	133
Glasg **188**	Glasgewinde 188	12	5	188	186	178	176	45	42	189	193,5	179	183,5	47	50	162

[1]) Lehre für die Gutseite siehe DIN VDE 451 Blatt 2, Lehren für Glasdurchgang der Schutzgläser.

Gewindelehren siehe DIN VDE 451 Blatt 1.

März 1936 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Gewinde für Schutzgläser und Kappen

Gewindelehren

DIN Entwurf 1 VDE 451 Blatt 1

621. 3 : 621. 882. 082 — Elektrotechnik

Maße in mm

Lehrringe

Gutseite — Ausschußseite

Zu Gutseite: Die Lehre soll sich zwanglos aufschrauben lassen.

Zu Ausschußseite: Die Lehre darf sich nicht über das Gewinde führen lassen, sondern darf höchstens anschnäbeln.

d_g, d_{1g} sind Größtmaße
d_k ist Kleinstmaß des Bolzengewindes

Bezeichnung eines Lehrringes Gutseite für Schutzglasgewinde 84,5: Lehrring Glasg 84,5 VDE 451 Gut
Beschriftung: Glasg 84,5 Gut 20° Hersteller

1	2	3	4	5	6		7	8		9	10	11			
	Gut									Ausschuß					
Gewinde	Gewinde-Außendurchmesser d_g	Gewinde-Kerndurchmesser d_{1g}	Herstellungs-[1]) genauigkeit f. d_g u. d_{1g}	Zulässige Abnutzung für d_g u. d_{1g}	Steigung[2]) h	Herstellungsgenauigkeit	Halber Flankenwinkel $\alpha \pm 2°$	r_1	r_2	Bohrungsdurchmesser d_k	Herstellungsgenauigkeit für d_k	D_2	d_5	d_6	$b \pm 0,5$
Glasg 75,5	75,5	68,5	— 0,2	+ 0,2	7,5	±0,03	26	1,3	1,9	74,5	— 0,019	95	85	4	23
Glasg 84,5	84,5	77,5	— 0,2	+ 0,2	7,5	±0,03	26	1,3	1,9	83,5	— 0,022	105	95	4	25
Glasg 99	99	92	— 0,2	+ 0,2	7,5	±0,03	26	1,3	1,9	98	— 0,022	120	110	4	28
Glasg 123,5	123,5	116,5	— 0,2	+ 0,2	7,5	±0,03	26	1,3	1,9	122,5	— 0,025	145	135	4	32
Glasg 158	158	148	— 0,3	+ 0,4	12	±0,05	23	2,5	3,5	156	— 0,025	185	170	5	45
Glasg 188	188	178	— 0,3	+ 0,4	12	±0,05	23	2,5	3,5	186	— 0,029	215	200	5	50

Lehrdorne

Gutseite — Ausschußseite

Zu Gutseite: Die Lehre soll sich zwanglos einschrauben lassen.

Zu Ausschußseite: Die Lehre darf sich nicht einführen lassen, sondern darf höchstens anschnäbeln.

D_k, D_{1k} sind Kleinstmaße
D_{1g} ist Größtmaß des Muttergewindes

Bezeichnung eines Lehrdornes Ausschußseite für Kappengewinde 75,5: Lehrdorn Glasg 75,5 VDE 451 Ausschuß
Beschriftung: Glasg 75,5 Aussch 20° Hersteller

12	13	14	15	16	17		18	19		20	21	22			
	Gut									Ausschuß					
Gewinde	Gewinde-Außendurchmesser D_k	Gewinde-Kerndurchmesser D_{1k}	Herstellungs-[1]) genauigkeit f. D_k u. D_{1k}	Zulässige Abnutzung für D_k u. D_{1k}	Steigung[2]) h	Herstellungsgenauigkeit	Halber Flankenwinkel $\alpha \pm 2°$	r_1	r_2	Außendurchmesser D_{1g}	Herstellungsgenauigkeit für D_{1g}	d_4	d_5	d_6	$b \pm 0,5$
Glasg 75,5	76	69	+0,2	— 0,2	7,5	±0,03	26	1,9	1,3	72	— 0,019	50	59	4	28
Glasg 84,5	85	78	+0,2	— 0,2	7,5	±0,03	26	1,9	1,3	81	— 0,022	60	69	4	30
Glasg 99	99,5	92,5	+0,2	— 0,2	7,5	±0,03	26	1,9	1,3	95,5	— 0,022	72	82	4	33
Glasg 123,5	124	117	+0,2	— 0,2	7,5	±0,03	26	1,9	1,3	120	— 0,025	98	110	4	35
Glasg 158	159	149	+0,3	— 0,4	12	±0,05	23	3,5	2,5	153,5	— 0,025	120	135	5	50
Glasg 188	189	179	+0,3	— 0,4	12	±0,05	23	3,5	2,5	183,5	— 0,029	150	165	5	55

[1]) Die Abmaße entsprechen der ISA-Lehre h6 nach DIN Vornorm 8016.
[2]) Die Herstellungsgenauigkeit für h gilt beim Messen über eine beliebige Länge innerhalb der Lehrring- und Lehrdornhöhe b.

Werkstoff: Werkzeugstahl.
Gewinde für Schutzgläser und Kappen siehe DIN VDE 450.
Gewinde für Schutzgläser und Kappen, Lehren für Glasdurchgang der Schutzgläser siehe DIN VDE 451 Blatt 2.

März 1936 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Anwendungen des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Gewinde für Schutzgläser und Kappen

Lehren für Glasdurchgang der Schutzgläser

621. 3 : 621. 882. 082 Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 451 Blatt 2

Maße in mm

Bezeichnung einer Lehre von Nenndurchmesser $d_3 = 82$ mm für Schutzgläser mit Gewinde Glasg 99:

Lehre 82 VDE 452

Beschriftung: 82 Glasg 99 20° Hersteller

Die Lehre muß sich durch den Glasdurchgang d_3 der Schutzgläser mit Gewinde nach DIN VDE 450 zwanglos führen lassen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	d_3							
Nenndurchmesser	Herstellungs-Genauigkeit[1])	Zulässige Abnutzung	d_4	d_5	d_6	a Zul. Abw. + 0,5	b Zul. Abw. + 0,5	für Schutzgläser m. Gewinde
61,5	+0,019	—0,2	40	50	3	8,5	19	Glasg 75,5
68	+0,019	—0,2	46	56	3	9,5	21	Glasg 84,5
82	+0,022	—0,2	58	68	3	11,5	25	Glasg 99
106	+0,022	—0,2	80	92	3	14,5	32	Glasg 123,5
133	+0,025	—0,3	103	115	5	18	40	Glasg 158
162	+0,025	—0,3	130	142	5	23	50	Glasg 188

[1]) Die Abmaße entsprechen der ISA-Lehre H 6 nach DIN Vornorm 8036.

Werkstoff: Werkzeugstahl

Gewinde für Schutzgläser und Kappen siehe DIN VDE 450
Gewindelehren siehe DIN VDE 451 Blatt 1.

März 1936 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

VDE

Betr.: Zurückziehung von Prüfzeichengenehmigungen.

Die nachstehend angeführten, auf die Firma Wilhelm Hagemeier, Düsseldorf (Inh. Käte Dickmann), ausgestellten Prüfzeichengenehmigungen sind am 19. 11. 1935 zurückgezogen worden:

Gen.-Nr. 974/1:

Abzweigdosen aus Porzellan, 250 V, für Rohrdrahtverlegung:
runde Form mit flachem Deckel,
runde Form mit Stülpdeckel und
U-Form.

Gen.-Nr. 974/2:

Abzweigdosen aus Porzellan, 250 V, für Rohrverlegung, runde Form.

Die Genehmigungen sind der Prüfstelle bisher trotz Mahnung nicht zurückgegeben worden. Aus diesem Grunde wird auf den Ablauf derselben hiermit noch einmal ausdrücklich hingewiesen.

Berlin-Charlottenburg, den 18. 3. 1936.

Prüfstelle
des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München,

der Hauptstadt der Bewegung,
vom 2. bis 4. Juli 1936.

Donnerstag, den 2. Juli 1936.

- 8 h Jungingenieur-Treffen.
- 9 h Vorstandssitzung Deutsches Museum.
- 10 h 30 m Vorstandsratsitzung Deutsches Museum.
- 14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
- 20 h Begrüßungsabend, gegeben von der Stadt München im Bürgerbräukeller.

Freitag, den 3. Juli 1936.

- 10 h Geschäftsitzung (Mitgliederversammlung) Deutsches Museum, Kongreßsaal.
  1. Begrüßung,
  2. Jahresbericht,
  3. Vorträge.
- 14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
- 20 h Gemeinsames Abendessen Deutsches Museum, Kongreßsaal.

Sonnabend, den 4. Juli 1936.

- 8 h Besichtigungen nach besonderem Zeitplan.
- 9 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.

Als besondere Veranstaltung des Gaues Südbayern:

Sonntag, den 5. Juli 1936.
Gemeinsamer Ausflug ins Gebirge.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Verzeichnis der VDE-Arbeiten.

Das neue Verzeichnis der VDE-Arbeiten (VDE 0001/1936) ist erschienen und kann von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, kostenlos bezogen werden. Den Abonnementsbeziehern von VDE-Sonderdrucken geht es mit der nächsten Lieferung zu.

Wir bitten, bei Bestellung von VDE-Sonderdrucken künftig nur noch VDE 0001/1936 zugrunde zu legen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Elektrophysik.
Fachgruppenleiter: Dr. phil. G. Mierdel VDE.

Vortrag

des Herrn Dr. Waibel am Dienstag, dem 7. April 1936, 20 Uhr in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Ionen- und Elektronenleitung in nichtmetallischen festen Körpern".

Inhaltsangabe:

1. Grundtatsachen: Faradaysches Gesetz, Ohmsches Gesetz, spezifische Leitfähigkeit, Einfluß fremder Zusätze, Temperaturabhängigkeit, Unterscheidungsmerkmale des Leitungs-Charakters.

2. Theoretische Vorstellungen: Fehlordnungen des Gitteraufbaues als Ursache der Leitfähigkeit, Beispiele.
3. Technische Bedeutung: Isolatoren, Trockengleichrichter, Sperrschichtphotozellen, Widerstände, Glüh- und Photokathoden.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten), statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141.

6. 4. 1936 „Fehlermessungen an Kabeln" (Vortragender: Ingenieur Uderstadt).

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Dipl.-Ing. K. Wagner, Charlottenburg, Horstweg 4, Fernruf: C 4 0011 App. 3013.

7. 4. 1936 „Isolierstoffe, II. Vortrag, chemisch-technische Eigenschaften" Vortragender: Ingenieur G. Pohler).

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE, Friedenau, Cäcilieng ärten 4, Fernruf: D 9 2101.

7. 4. 1936 Die Arbeitsgemeinschaft nimmt um 20 Uhr an dem Vortrag der Fachgruppe „Elektrophysik", im Hörsaal EB 301 der Technischen Hochschule zu Charlottenburg teil. Thema: „Ionen- und Elektronenleitung in nichtmetallischen festen Körpern", Vortragender: Dr. Waibel.

8. 4. 1936 Aussprache über den Vortrag des Herrn Dr. Waibel. „Untersuchungen an elektrolytisch erzeugten Oxydschichten" (Vortragender: Dr.-Ing. Mohr).

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner, Charlottenburg 2, Grolmanstraße 12, Fernruf: D 1 0014 App. 404.

9. 4. 1936 „Steuerverfahren von Stromrichtern und ihre technische Auswirkung" (Vortragender: Dr.-Ing. Anschütz).

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Magdeburg.

Herr Prof. Dr.-Ing. E. Hueter VDE, Darmstadt, sprach am 21. 1. 1936 über „Oberwellen in Starkstromnetzen". Man hat vielfach beobachtet, daß Starkstromnetze statt der erwünschten sinusförmigen Spannungskurve eine verzerrte, also oberwellenhaltige Spannung aufweisen. Woher kann das kommen? Maschinen mit unsauberer Kurve dürften als Ursache praktisch ausscheiden; hauptsächlich sind Verbraucher, die verzerrte Ströme aufnehmen, Schuld, z. B. Gleichrichter sowie Transformatoren wegen ihres verzerrten Magnetisierungsstromes[1]).

Die verzerrten Ströme wirken nun auf die Netzspannung zurück; denn in den Induktivitäten und ohmschen Widerständen entstehen Spannungsabfälle höherer Frequenz. Sehr wesentlich ist dabei die Mitwirkung der Netzkapazität; sie kann resonanzartige Erscheinungen und damit sehr starke Verzerrungen zur Folge haben. Da Induktivität und Kapazität sich mit dem Schaltzustand des Netzes ändern, kann Derartiges überraschend auftreten.

Zunächst leidet unter den Oberwellen die Erdschlußkompensation. Die Erdschlußspule nimmt als Induktivität so gut wie keinen Strom höherer Frequenz auf, während die Netzkapazität verhältnismäßig sehr große Erdschlußströme der Oberfrequenz zustande kommen läßt. U. U. muß man durch entsprechende Einrichtungen den Oberwellen-Erdschlußstrom besonders kompensieren. Überspannungen, die die Isolation der Netze gefährden, können durch die Oberwellen nur in ganz besonderen, praktisch seltenen, dann allerdings meist ernsten Fällen hervorgerufen werden; dagegen wird die Blindstromkompensation durch Kondensatorbatterien stark gestört. Eine 5. Harmonische von 20 % macht die Entlastung des Netzes durch Blindstromlieferung praktisch wirkungslos. Außerdem werden derartige Einrichtungen u. U. überlastet und beschädigt.

Alle Einrichtungen werden durch die zusätzlichen Oberwellen, die sich in vielen Fällen der eigentlichen Aufgabe der Anlage, nämlich der Leistungsübertragung, entziehen, ganz unnötig beansprucht, wobei Leistungsverluste entstehen, die vielfach übersehen werden. Also müssen auch wirtschaftliche Gesichtspunkte ernstlich berücksichtigt werden. Endlich sei erwähnt, daß höhere Frequenzen im Starkstromnetz unangenehme Rückwirkungen auf Fernmeldeanlagen ausüben können. Alles in allem muß eine saubere Spannungs- und Stromkurve also aus technischen und auch aus wirtschaftlichen Gründen angestrebt werden.

[1]) Hierzu vgl. R. Buch, u. E. Hueter, ETZ 56 (1935) S. 933.

Gau Ruhr-Lippe.

Am 16. und 17. 1. d. J. fand in Essen die zweite, zur Elektrotagung ausgestaltete Energietagung statt. Die Tagung war veranstaltet vom Haus der Technik e. V. in Essen in Zusammenarbeit mit dem Amt für Technik, Gau Essen. Der VDE-Gau hatte an der Vorbereitung und Durchführung hervorragenden Anteil.

Die Tagung wurde durch den Beauftragten des Amtes für Technik und Führer der drei Energietagungen, Staatskommissar Oberbürgermeister Dillgardt mit Ausführungen über Nationalsozialismus und Technik eröffnet. Hieran schlossen sich Einzelvorträge.

Dr.-Ing. E. h. Koepchen VDE, Essen, befaßte sich mit den „Aufgaben der deutschen Elektrizitätswirtschaft" und wies auf die große Bedeutung der noch längst nicht voll ausgeschöpften Wasserkräfte hin. Ferner setzte er sich mit der Frage der Tarifgestaltung auseinander und betonte die großen Unterschiede, die zum großen Teil durch die verschiedene Bevölkerungsdichte in den einzelnen Versorgungsgebieten begründet wären.

Die Ausführungen von Dr. Koepchen hinsichtlich der Wasserkraftwerke wurden durch Regierungsbaurat a. D. Henninger, Freiburg i. Br., wesentlich unterstrichen, der über „Wasserkraftausnutzung" sprach. Er zeigte, daß Deutschland praktisch über das gleiche Vorkommen an ausbaufähigen Wasserkräften verfüge wie Frankreich, und daß ähnlich wie dort, etwa ein Drittel erschlossen sei. Der Anteil an der Elektrizitätserzeugung betrage jedoch nur ein Siebentel, so daß ohne Zweifel hier noch große Ausbaumöglichkeiten bestehen. Daß mit einem weiteren Ausbau der Elektrizitätserzeugung in Deutschland durchaus gerechnet werden muß, erkenne man am besten daran, daß in den nordischen Ländern auf den Kopf der Bevölkerung etwas mehr als das Achtfache in elektrischer Arbeit verbraucht werde als bei uns.

Dr.-Ing. Bohnhoff VDE, Dortmund, wies auf die außerordentlich große Bedeutung der Arbeiten des VDE hin, dem jederzeit das Allgemeinwohl als Richtlinie vorgeschwebt habe. Die fruchtbare Arbeit in seinen etwa 40 Fachausschüssen habe ihren Niederschlag in den bekannten VDE-Vorschriften gefunden, die als freiwilliges Gesetz für die Entwicklung der Elektrotechnik so richtunggebend geworden sind, daß die staatlichen Behörden von einer gesetzlichen Sonderregelung, wie es bei andern Zweigen der Technik der Fall ist, absehen konnten.

Dipl.-Ing. W. Zschintzsch VDE, Berlin, widmete seine Ausführungen der Frage der „Verbundwirtschaft in der deutschen Elektrizitätsversorgung" und ging dabei von dem Energiegesetz aus, das die Richtschnur für die zukünftige Ausgestaltung der Elektrizitätserzeugung geben wird.

Den zweiten Tag leitete Dr.-Ing. E. h. R. Bingel, Berlin, mit einem, das gesamte Anwendungsgebiet der Elektrizität in Industrie und Gewerbe umfassenden Rahmenvortrag „Durchdringung der Industrie mit Elektrizität" ein. Zwei Anwendungen schälte er dabei besonders heraus: Licht und Kraft. Ohne Zweifel gebe es keine Beleuchtungsart, die in bezug auf Sauberkeit und Wandlungsfähigkeit dem elektrischen Licht gleich kommt, und einen anspruchsloseren und vielseitigeren Diener als den Elektromotor könne man sich kaum denken, zumal wenn er durch neuzeitliche Steuerungen unterstützt wird. Die heutige Stromrichtertechnik und die vielseitigen Möglichkeiten der Regelung hätten die Anpassungsfähigkeit des Elektromotors noch weitgehend erhöht.

Dr.-Ing. Pölzguter, Bochum, befaßte sich in seinen Ausführungen über „Bau und Anwendung der Elektrostahl-Schmelzöfen, insbesondere in Qualitätsstahlwerken" mit der steigenden Bedeutung der Elektrowärme im Hüttenwesen. Die

letzten Jahre hätten eine ganz außerordentliche Verbreitung der Elektrowärme-Anwendung im Eisenhüttenwesen gebracht, und die Vielseitigkeit der Elektroöfen gestatte eine Anpassungsfähigkeit an die aufzubereitenden Werkstoffe, die anderen Verfahren kaum eigen sein dürfte.

Dr.-Ing. Hans Hougardy, Bochum, beschäftigte sich mit der „Anwendung der Elektrowärme bei der Verarbeitung von Stahl" und zeigte auf, daß die verschiedensten Industrien, Automobilindustrie, Werkzeugindustrie und andere, mit großem Vorteil die Elektrowärme anwenden könne.

Dr.-Ing. Veltmann, Finow (Mark), ergänzte die Ausführungen durch einen Bericht über „Anwendung und Ausnutzung der Elektrowärme in der Nichteisenmetall-Industrie". Auch hier zeige sich, daß der Elektroofen den andern Wärmeerzeugern gegenüber so gewaltige Vorteile aufweist, daß unbedingte Aussicht besteht, daß die Elektrowärme noch in ganz anderm Maße, als sie es bis jetzt schon tut, in die Fertigungsindustrie eindringen wird. Interessant war der Hinweis, daß in den letzten 15 Jahren bei einem großen deutschen Kupfer- und Messingwerk der Anteil der Elektrowärme am Gesamtstromverbrauch auf über zwei Drittel gestiegen ist.

Ein anderes Anwendungsgebiet der Elektrowärme stellen die Großküchen dar, über die F. Linke, Berlin, in seinem Vortrag „Neuzeitliche Gesichtspunkte für Anlage und Betrieb elektrischer Großküchen" berichtete. Der ersten im Jahre 1913 errichteten und heute noch bestehenden elektrischen Großküche stünden heute 1000 elektrische Großküchen gegenüber. Der Vortragende wies besonders darauf hin, daß die elektrische Küche, wenn sie auch von den Köchen eine gewisse Umstellung erfordert, so außerordentliche Vorteile biete, daß diese Umstellung gern in Kauf genommen werde. Ohne Zweifel sei die elektrische Aufbereitung von Speisen deswegen besonders günstig, weil man in der elektrischen Küche mit Temperaturen arbeite, die sich den für das Aufschließen der Nahrungsmittel erforderlichen Höchsttemperaturen viel besser anpassen als Flammentemperaturen.

Elektrische Großküchen haben sich vor allen Dingen im Hotelgewerbe, in den Kantinen von Großfirmen und im Schiffsbetrieb eingeführt.

Auch in den andern Gewerben spielt die Elektrizität heute eine maßgebliche Rolle. Dipl.-Ing. S. Hutt, Düsseldorf, wies auf die „Bedeutung der Elektrizität als Licht-, Kraft- und Wärmequelle im Handwerk und Kleingewerbe" hin. Er zeigte z. B. das Vordringen des Elektromotors in den Bäckereien, in denen sich im Zeitraum von 1901 bis 1914 die Zahl verzwanzigfacht und bis heute versiebzigfacht habe. Auch hier zeige sich, daß neben dem Motor und dem Elektrowerkzeug die Elektrizitätswerke ein noch außerordentlich großes Anwendungsgebiet vor sich haben.

Auch im Haushalt ist die Elektrizität zum unentbehrlichen Helfer geworden wie Architekt Boechem, Essen, in seinem Vortrag: „Die vollkommene Wohnung im Zeitalter der Elektrotechnik" zeigte. Sie wird es um so mehr werden, wenn man schon bei der Planung einer Wohnung sich mit der Frage der Energiebelieferung befaßt. Elektrowärme und Elektrokälte werden sehr bald aus unseren Haushalten nicht mehr hinwegzudenken sein, da ihre außerordentlich große Bedeutung für die wirtschaftliche Ausnutzung der Nahrungsmittel und ihre Erhaltung unleugbar sind.

Über „Elektrizität als Treibstoff im Verkehrswesen" berichtete Dr.-Ing. E.h. Kern, Essen. Er zeigte, daß 185 Straßenbahnbetriebe Deutschlands rd. 3 Mrd Fahrgäste beförderten. Daraus gehe die ungeheure Bedeutung des Elektromotors für Nahverkehrsstrecken hervor. Für diese sei wegen der Dichte der aufeinanderfolgenden Haltestellen kein Motor so geeignet wie der Elektromotor. Auch da, wo die Gleise als verkehrshemmend aus den Straßen herausgenommen werden müssen, biete der Oberleitungsomnibus mit seinen außerordentlich günstigen Fahreigenschaften gegenüber den andern Omnibusarten große Vorteile. Auch im Lastennahverkehr habe das Elektrofahrzeug sich einen Platz erobert, der ihm kaum wieder von einem andern Fahrzeug streitig gemacht werden könne.

Sitzungskalender.

Gau Hansa, Bremen. 2. 4. (Do), 19 h, Restaurant Glocke, Am Dom 1: „Die elektr. Fernbedienung als Hilfsmittel zur Erleichterung des Verbundbetriebes elektr. Kraftwerke und Netze" (m. Vorführ. u. Lichtb.). Dr. Schleicher VDE.

Gau Niederschlesien, Breslau. 7. 4. (Di), 20 h, T. H. Elektrot. Inst.: „Das deutsche Fernkabelnetz und seine technischen Einrichtungen". Postrat Dr.-Ing. Weinitschke.

Gau Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit dem VDI). Der in Heft 12 angekündigte Vortrag von Herrn Obering. H. Franken „Tagesfragen aus dem Gebiet der Niederspannungsschaltgeräte" findet wegen der Wahlen erst am 3. 4. (Fr) statt.

Gau Nordmark, Kiel. 8. 4. (Mi), 20 h 30 m, Holst's Hotel am Schloßgarten: „Entwicklung des Installationsmaterials und der Antriebsmotoren in Molkereien". Prof. Plock (m. Lichtb.). Mit Damen. (Vortrag war ursprünglich für den 13. 3. vorgesehen.)

Gau Ostpreußen, Königsberg Pr. 6. 4. (Mo), 20 h, 1. Phys. Inst. Univ.: „Die Grundgesetze der Entladungsgefäße". Prof. Dr. Schwenkhagen VDE.

Gau Südbayern, München. 8. 4. (Mi), 20 h, T. H.: „Die neueste Entwicklung der elektr. Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn unter bes. Berücks. der elektr. Fahrzeuge auf der Höllentalbahn". Reichsbahnoberrat Otto Michel VDE.

Gau Südsachsen und ADB Gruppe Schwachstromtechnik, Chemnitz. 7. 4. (Di), 20 h, Staatl. Akademie für Technik, Hörs. 199: „Energieübertragung bei Funktelegraphie und Rundfunk". Prof. Dr. Bangert VDE.

VERSCHIEDENES.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

Bücher.

Elektrotechnische Bauzeiten. Grundlagen für die Vorkalkulation der Montagekosten bei Anfertigung v. Kostenanschlägen f. el. Anl. Für Schule u. Praxis. Von Ing. O. Graf. 3. Aufl. Mit 47 S. im Format A 5. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1936. Preis kart. 1,80 RM. (Besprechung folgt.)

Communication Networks. Bd 2: The classical theory of long lines, filters and related networks. Von Prof. E. A. Guillemin. Mit 233 Abb., VII u. 587 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, u. Chapman & Hall, Ltd., London. Preis geb. 37 sh 6 p. (Besprechung folgt.)

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 51. Wer liefert möglichst kalt biegbare Metallrohre, die bei 1000 °C an der Luft nicht oxydieren, bzw. solche, die sich nach der ersten Erwärmung mit einer Oxydschutzschicht umgeben, die ein weiteres Oxydieren verhindert?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G.H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 27. März 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 9. April 1936 | Heft 15

Wechselstromverfahren zur Bestimmung des Ortes von Paarzerreißungen in Fernsprechkabeln.

Von Dr.-Ing. **Erwin Widl** und **Franz Derfler**, Wien.

621. 317. 33. 083. 4 : 621. 395. 73

Übersicht. Die Feststellung des Ortes von Verkreuzungen und Rückkreuzungen von Fernsprechadern, die verschiedenen Sprechpaaren angehören, geschah bisher mit Hilfe der üblichen Gleichstromverfahren, die geringe Genauigkeit und große Störungsanfälligkeit besitzen. Der Aufsatz zeigt, wie mit Hilfe von Nullpunkt-Wechselstromverfahren diese Mängel beseitigt werden können.

1. Einleitung.

Die Möglichkeit, daß zwei verschiedenen Paaren angehörende Adern miteinander vertauscht werden, ist besonders bei vieladrigen Kabeln gegeben. Die normale Sachlage ist die, daß nur eine derartige Verkreuzungsstelle vorhanden ist. Es kommt aber nicht selten vor, daß die verkreuzten Adern an irgendeiner Stelle des Kabels, vorwiegend in Verbindungsmuffen, rückgekreuzt wurden, was die Auffindung des Ortes der Adernverkreuzung wesentlich erschwert. Nachfolgend werden zur Feststellung derartiger Fehler, die infolge des Auftretens von „Übersprechen" jede Sprechverbindung ungemein stören, einige Wechselstromverfahren angegeben, die besonders dadurch, daß es sich um Nullpunktverfahren handelt, im Gegensatz zu den bekannten Gleichstromverfahren[1]) den Vorzug großer Meßgenauigkeit und Störungsfreiheit[2]) besitzen. Bei sämtlichen Messungen werden nur die beiden gestörten Sprechpaare benötigt, so daß die Messungen keine unnötigen Betriebsstörungen verursachen. Als Voraussetzung wird angenommen, daß es sich um elektrisch kurze (unbespulte) Kabelabschnitte handelt.

Die Fehlermessungen setzen sich im allgemeinen Fall der rückgekreuzten Kabeladern aus drei verschiedenen Untersuchungen zusammen: Feststellung der Verkreuzungsart, Bestimmung der Länge der verkreuzten Kabelstrecke, Ortsbestimmung des Schwerpunktes der verkreuzten Kabelstrecke.

2. Feststellung der Verkreuzungsart.

Es kommt dabei vor allem auf die Bestimmung der relativen Lage der Adern zueinander an. Die Betriebskapazitätswerte von nicht miteinander verdrillten Adern sind kleiner als jene von Adern, die gänzlich oder teilweise miteinander verdrillt sind. Abb. 1 zeigt eine einfache Brückenanordnung, die zur Messung der relativen Betriebskapazitätswerte dient.

[1]) H. W. Fisher, ETZ 29 (1908) S. 1152. — R. Hafen, ETZ 30 (1909) S. 719.

[2]) Wie sehr auch die zweite Forderung bei derartigen Messungen Beachtung verdient, entnimmt man in bezug auf Starkstrom-Kabelmessungen einem Aufsatz von H. Zwilling, Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 299.

3. Bestimmung der Länge der verkreuzten Kabelstrecke.

Die Aufteilung der Teilkapazitäten ist aus Abb. 2 und 3 zu entnehmen, wobei die Teilerdkapazitäten in den Teilkapazitäten berücksichtigt erscheinen. — Bei dem vorliegenden Verfahren handelt es sich um eine Brückenschaltung, bei der zwei Brückenzweige von den Widerständen R_1 und R_2, die andern zwei Brückenzweige durch Kapazitäten der Kabeladern gebildet werden. Es sind drei Messungen erforderlich.

I, II Adernpaare; R_1 veränderlicher ohmscher Widerstand; R_2 fester ohmscher Widerstand; *T* Fernhörer

Abb. 1. Brückenanordnung zur Messung der relativen Betriebskapazitätswerte.

K Teilkapazität je Längeneinheit von nicht miteinander verdrillten Adern; *C* Teilkapazität je Längeneinheit von miteinander verdrillten Adern; *a, b, c* Teillängen des Kabels; *l* Gesamtlänge des Kabels

Abb. 2. Längsverteilung der Teilkapazitäten zweier verkreuzter Adernpaare.

Messung I. — Die Meßanordnung zeigt Abb. 4. Die Adern *3* und *4* sind an beiden Kabelenden kurzgeschlossen und liegen am veränderlichen Widerstand R_1. Die Ader *2* liegt am festen Widerstand R_2. Bei Tonminimum besteht die Beziehung

$$\frac{C(a+c)+K\,b}{K(a+c)+C\,b+K\,l}=\frac{R_1}{R_2}=u_1.$$

Messung II. — Die Meßanordnung zeigt Abb. 5. *2* und *4* sind an beiden Kabelenden kurzgeschlossen.

$$\frac{K(a+c)+Cb}{C(a+c)+Kb+Kl} = \frac{R_1'}{R_2} = u_2 .$$

Messung III. — Die Meßanordnung zeigt Abb. 6. *2* und *3* sind an beiden Kabelenden kurzgeschlossen.

$$\frac{Kl}{Cl+Kl} = \frac{K}{c+K} = \frac{R_1''}{R_2} = u_3 .$$

Die Auswertung dieser drei Gleichungen führt zum Ergebnis

$$b = l\,\frac{\frac{1}{u_2} - 2u_1 - 1}{\left(\frac{1}{u_2} - u_1\right)\left(2 - \frac{1}{u_3}\right)} .$$

Abb. 3. Die Teilkapazitäten zweier verkreuzter Adernpaare in Brückendarstellung.

R_1 veränderlicher ohmscher Widerstand
R_2 fester ohmscher Widerstand
T Fernhörer

Abb. 4. Schaltung für Messung I.

Abb. 5. Schaltung für Messung II.

Abb. 6. Schaltung für Messung III.

Der Vorteil dieses Meßverfahrens besteht demnach besonders darin, daß mit Hilfe einer einfachen Widerstandsbrücke unter Verwendung eines Fernhörers und einer beliebigen Wechselstromquelle, etwa einer Magnetsummerschaltung, genaue Meßergebnisse erzielt werden. Bei längeren Kabelstrecken mit größeren Leitungswiderständen ist es zweckmäßig, zur Erzielung eines reinen Tonminimums veränderliche Kapazitäten parallel zu einer der Widerstandsseiten der Brücke oder veränderliche Widerstände in geeigneter Weise in Reihe in die Zuleitungen zu den Kabeladern zu schalten.

4. Ortsbestimmung des Schwerpunktes der verkreuzten Strecke.

Das Verfahren, das die verschieden großen magnetischen Kopplungen zur Grundlage hat und bereits von R. Hafen[3]) für Gleichstrommessungen benutzt wurde, kann auch bei dem in Rede stehenden Wechselstromverfahren mit Vorteil verwandt werden. Abb. 7 zeigt das Ersatzbild der Grundschaltung. Die induktiv aufgedrückte Spannung $\mathfrak{e}$ erzeugt, wie sich leicht errechnen läßt, im Abschlußwiderstand $\mathfrak{R}_t$ des Stromkreises den Strom

$$\mathfrak{I}_t = \frac{j\,\mathfrak{e}\,\omega C_2}{1 + j\omega C_s\left(\frac{R_1}{2} + \mathfrak{R}_t\right) + \frac{R}{2}\left[j\omega C_2 - \omega^2 C_1 C_2\left(\frac{R_1}{2} + \mathfrak{R}_t\right)\right]} .$$

[3]) R. Hafen, wie Fußnote 1.

$C_s = C_1 + C_2$ ist die Gesamtbetriebskapazität,
$R = R_1 + R_2$ ist der Gesamtwiderstand des Stromkreises.

Im Falle, daß $|\mathfrak{R}_t|$ groß ist gegenüber R, und bei elektrisch kurzen Kabelstücken gilt für mittlere Frequenzen der Ausdruck

$$\mathfrak{I}_t = \frac{j\,\mathfrak{e}\,\omega C_2}{1 + j\omega\mathfrak{R}_t C_s} .$$

Abb. 7. Ersatzbild der Grundschaltung. R_1 und R_2 bzw. C_1 und C_2 sind die Widerstände bzw. die Betriebskapazitäten beiderseits der aufgedrückten Spannung.

Abb. 8. Schaltung zur Messung von $\mathfrak{I}_{t_{34}}$.

Abb. 9. Verteilung der auf die Längeneinheit bezogenen Betriebskapazitäts- und Gegeninduktivitätswerte im Empfangskreis.

Aus Abb. 8 ersieht man den Stromverlauf bei kurzgeschlossenem Sende- und offenem Empfangskreis. Abb. 9 gibt einen Überblick über die Verteilung der den einzelnen Abschnitten des Empfangskreises zugeordneten, auf die Längeneinheit bezogenen Betriebskapazitäts- und Gegeninduktivitätswerte. Die im Abschnitt a in der Länge dx induzierte Teilspannung ist $j\omega m_a\,dx\,\mathfrak{I}'$, wenn unter $\mathfrak{I}'$ der konstant gehaltene Strom im Sendekreis verstanden wird. Die Teilspannung ruft im Widerstand $\mathfrak{R}_t$ den Teilstrom

$$d\mathfrak{I}_{t_a} = \frac{j\omega m_a\,dx\,\mathfrak{I}'\,j\omega\left[(a-x)\,C_a + b\,C_b + c\,C_c\right]}{1 + j\omega\mathfrak{R}_t C_s}$$

hervor. Durch Integration über den Abschnitt a erhält man den sich auf den Abschnitt a beziehenden Gesamtstrom in $\mathfrak{R}_t$:

$$\mathfrak{I}_{t_a} = -\frac{\omega^2 m_a\,\mathfrak{I}'}{1 + j\omega\mathfrak{R}_t C_s}\left[\frac{a^2}{2}C_a + a\,b\,C_b + a\,c\,C_c\right] .$$

In gleicher Weise wird für die Abschnitte b und c gerechnet. Man erhält schließlich für den Gesamtstrom in $\mathfrak{R}_t$ (Hörer) den Ausdruck

$$\mathfrak{I}_t = \mathfrak{I}_{t_a} + \mathfrak{I}_{t_b} + \mathfrak{I}_{t_c} = \mathfrak{K}\left[\left(\frac{a^2}{2}C_a + a\,b\,C_b + a\,c\,C_c\right)m_a + \left(\frac{b^2}{2}C_b + b\,c\,C_c\right)m_b + \frac{c^2}{2}C_c\,m_c\right],\quad \mathfrak{K} = -\frac{\omega^2\,\mathfrak{I}'}{1 + j\omega\mathfrak{R}_t C_s} .$$

Die Fußzeichen bedeuten bei den nachstehenden Formeln diejenigen Adern, an welchen der Hörer liegt, während die beiden andern Adern an die Stromquelle geschaltet und am fernen Ende kurzgeschlossen sind. Es ergibt sich für den Hörerstrom nach der in Abb. 8 dargestellten Schaltung mit großer Annäherung

$$\mathfrak{I}_{t_{34}} = \mathfrak{K}\,C_a\,m_a\left[\frac{l^2}{2} - 2\,b\,D\right] .$$

D ist der Abstand des Verkreuzungsschwerpunktes vom fernen Kabelende. Die den sinngemäß geänderten Schaltungen (Abb. 10 und 11) entspre-

chenden Ströme $\mathfrak{J}_{t_{13}}$ und $\mathfrak{J}_{t_{12}}$ findet man in ähnlicher Weise:

$$\mathfrak{J}_{t_{13}} = \mathfrak{R}\, C_a\, m_a \left(\frac{l^2}{2} - b\, D\right)$$

$$\mathfrak{J}_{t_{12}} = \mathfrak{R}\, C_a\, m_a\, b\, D.$$

Daraus ergibt sich auch die Beziehung

$$\mathfrak{J}_{t_{23}} = \mathfrak{J}_{t_{13}} - \mathfrak{J}_{t_{12}}$$

Abb. 10. Schaltung zur Messung von $\mathfrak{J}_{t_{13}}$.

Abb. 11. Schaltung zur Messung von $\mathfrak{J}_{t_{12}}$.

Die bisherigen Überlegungen führen zu einer Kompensationsschaltung, die in Abb. 12 dargestellt ist. $Ü$ und $Ü'$, $Ü_1$ und $Ü_1'$ sind symmetrische Übertrager. Die Übertrager $Ü_1$ und $Ü_1'$ sind von gleicher Größe und Bauart. An ihrer Stelle kann auch ein Differentialübertrager verwendet werden. Bei weniger genauen Messungen können die Übertrager $Ü$ und $Ü'$ entfallen. Der Widerstand r ist klein gegenüber dem Widerstand R bzw. gegenüber dem Scheinwiderstand des Übertragers $Ü'$ zu wählen. C_h ist ein veränderlicher Kondensator, U ein Polwechsler. Der Widerstand R' dient zum Regeln der Stromstärke im induzierten Stromkreis und muß bei den einzelnen Messungen konstant bleiben.

Abb. 12. Kompensationsschaltung zur Bestimmung des Verkreuzungsschwerpunktes.

Bei Tonminimum im Hörer T besteht die Beziehung

$$\mathfrak{J}_h' = -\mathfrak{J}_t.$$

Die bei den früher angeführten Schaltungen (Abb. 8, 10, 11) erhaltenen Werte r_{23}, r_{12} und r_{13} beziehen sich auf die Ströme $\mathfrak{J}_{t_{23}}, \mathfrak{J}_{t_{12}}$ und $\mathfrak{J}_{t_{13}}$. Als Probe dient die Beziehung

$$r_{23} \approx r_{13} - r_{12}.$$

Den Abstand D des Verkreuzungsschwerpunktes vom fernen Kabelende entnimmt man der Gleichung

$$\frac{\mathfrak{J}_{t_{23}}}{\mathfrak{J}_{t_{12}}} = \frac{\frac{l^2}{2} - 2\, b\, D}{b\, D} = \frac{r_{23}}{r_{12}}.$$

Man erhält schließlich für D

$$D = \frac{l^2}{2\, b} = \frac{r_{12}}{r_{23} + 2\, r_{12}}.$$

l ist die Länge des Kabels, b die Länge der verkreuzten Strecke. Es ist zweckmäßig, die Messungen von beiden Kabelenden durchzuführen und die erhaltenen Werte von D auf Grund der gegebenen Gesamtlänge des Kabels zu verbessern.

Die geschilderten Meßverfahren lassen sich ohne weiteres mit Hilfe der üblichen Gleichstrom-Meßschaltungen durchführen, bei denen die Widerstände bifilar gewickelt und die Brückenpunkte zu besonderen Klemmen geführt sind.

5. Praktische Meßergebnisse.

Die zu untersuchende Kabelstrecke hatte eine Länge von 7708,5 m. Zwei benachbarte Adernpaare des vieladrigen Fernsprechkabels waren derartig miteinander verkreuzt, daß Übersprechen auftrat. Da beide Adernpaare an den beiden Kabelenden die richtige Zählweise hatten, handelte es sich demnach um den Fall rückgekreuzter Adern.

Die Länge der verkreuzten Strecke wurde nach Abschnitt 3 gemessen, und zwar erhielt man folgende Werte:

$$u_1 = 0{,}99;\quad u_2 = 0{,}4316;\quad u_3 = 0{,}2558.$$

Diesen Verhältniswerten entspricht

Länge der verkreuzten Strecke $b = 2000$ m.

Da die tatsächliche Länge der verkreuzten Strecke 1980 m betrug, war die Meßgenauigkeit 1 %. — Der Ort des Schwerpunktes der verkreuzten Strecke wurde von beiden Enden der Meßstrecke aus bestimmt.

Für die Messung vom Ende A ergab sich nach Abschnitt 4:

$$r_{12} = 1{,}57\,\Omega;\quad r_{13} = 4{,}10\,\Omega;\quad r_{23} = 2{,}90\,\Omega;\quad D_A = 3845\text{ m}.$$

Für die Messung vom Ende B ergab sich:

$$r_{12} = 1{,}59\,\Omega;\quad r_{13} = 4{,}17\,\Omega;\quad r_{23} = 2{,}90\,\Omega.\quad D_A = 3870\text{ m}.$$

Mit Rücksicht auf die Gesamtlänge wurde aus der geringen Überlappung von 6,5 m ein verbesserter Wert

$$D_A = 3842\text{ m}$$

errechnet. Der wahre Schwerpunkt der verkreuzten Strecke war ungefähr 80 m vom berechneten Ort entfernt, was einer Meßungenauigkeit von rd. 1 % mit Bezug auf die Gesamtlänge entspricht. Der Grad der Ungenauigkeit ist u. a. auf die Ungleichmäßigkeit der einzelnen zusammengeschalteten Kabellängen zurückzuführen und ist keineswegs von einer Größenordnung, die das Auffinden der gewöhnlich in Verbindungsmuffen vorhandenen Verkreuzungsstellen erschweren würde.

Zusammenfassung.

Die Lösung der Aufgabe, den Ort von Adernverkreuzungen zu bestimmen, setzt sich im allgemeinen aus drei Teilaufgaben zusammen: der Feststellung der Verkreuzungsart, der Bestimmung der Länge der verkreuzten Strecke, der Ortsbestimmung des Schwerpunktes der verkreuzten Strecke. Die beiden ersten Teilaufgaben werden in dem Aufsatz durch Anwendung von Wechselstrom-Brückenschaltungen gelöst, zur Lösung der dritten Teilaufgabe wird eine Wechselstrom-Kompensationsschaltung verwandt. Die geschilderten Meßverfahren lassen sich mit Hilfe der üblichen Gleichstrom-Meßschaltungen durchführen, bei denen die Widerstände bifilar gewickelt und die Brückenpunkte ausgeführt sind. Als Stromquelle kann etwa eine Magnetsummerschaltung verwendet werden. Praktische Meßergebnisse beweisen am Schluß des Aufsatzes die Richtigkeit der vorherigen theoretischen Untersuchungen.

Zur Eichung von Kugelfunkenstrecken bei Stoßspannungen und Normalfrequenz.

Von **Walter Dattan** VDE, Jena.

(Schluß von S. 381.)

621. 317. 728. 089. 6

Kritik der Messungen unter Berücksichtigung von in anderen Arbeiten gewonnenen Ergebnissen.

In den Tafeln 6 bis 8 sind die wichtigsten Vergleichswerte zusammengestellt. Beigefügt sind ferner die von der IEC auf Grund der Arbeiten von Meador und Bellaschi — durch Mittelwertbildung — gewonnenen, auf der 8. Volltagung der IEC in Scheveningen im Juni 1935 als IEC-Veröffentlichung 52[14]) nach den „First Draft of Recommended Sphere-Gap Calibration Standards" vom 15. Mai 1935 vorläufig für Normalfrequenz angenommenen Eichwerte. Ähnliche Messungen über den Polaritätseffekt sind schon früher von McMillan und Starr ausgeführt worden. Tafel 9 gibt die Werte von McMillan und Starr[15]) im Vergleich zu den in dieser Arbeit niedergelegten wieder. Allerdings liegen nur, außer den hier nicht zum Vergleich in Betracht kommenden für 6,25 cm, Eichkurven für 25 cm-Kugeln vor.

Die Werte in Tafeln 6 bis 9 wurden, soweit diese sich, wie in Amerika üblich, auf $t = 25\,°C$ und $b = 760$ mm Druck beziehen, auf $t = 20\,°C$ und $b = 760$ Torr nach den in den VDE-Vorschriften[16]) gegebenen Formeln umgerechnet.

Man sieht aus den Tafeln, daß zwischen den Meßwerten der verschiedenen Verfasser erhebliche Unterschiede bestehen. Diese liegen z. T. in den Meßanordnungen begründet, z. T. ist dafür die räumliche Kugelanord-

Zahlentafel 6.

Überschlagspannung $U_ü$ (Scheitelwerte) von Kugelfunkenstrecken bei Normalfrequenz (50 Hz und 60 Hz) in kV. Bezogen auf $t = 20\,°C$ und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet.

Schlagweite in cm	Kugeldurchmesser in cm: 25					50					75				
	VDE	Meador	Bellaschi	IEC*)	Dattan	VDE	Meador	Bellaschi	IEC*)	Dattan	VDE	Meador	Bellaschi	IEC*)	Dattan
	$U_ü$ in kV					$U_ü$ in kV					$U_ü$ in kV				
2,5	74	73	74	73,2	74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0	140	138	138	138	140	144	132	138	138	144	—	—	—	—	—
7,5	193	197		195	195	208			200	198	208	203		204	208
10,0	243	246	243	245	245	269	264	266	264	259	276		268	266	266
12,5	283	284		283	284	326			322	310	337			330	320
15,0	*316*	*316*	*308*	*314*	*315*	378	368	370	373	367	396	384	384	386	383
17,5	*346*	*345*		*344*	*337*	426			418	406	455			440	432
20,0	*369*	*369*	*366*	*368*	*355*	468	456	461	458	455	506		495	492	488
22,5	*390*	*386*	*385*	*385*	*369*	507		498	494	486	560	534	540	537	535
25,0	*407*	*397*	*401*	*400*	*383*	544	523	531	528	525	602		588	583	582
30,0	—	—	—	—	—	*608*	*575*	*589*	*583*	*575*	689	655	673	664	660
35,0	—	—	—	—	—	*664*	*614*	*635*	*625*	*620*	764		740	734	725
40,0	—	—	—	—	—	*710*	*645*	*678*	*662*	*647*	834		796	790	784
45,0	—	—	—	—	—	*648*	*671*	*714*	*693*	*670*	*894*	*836*	*846*	*841*	*833*
50,0	—	—	—	—	—	*782*	*696*	*740*	*719*	*695*	*950*		*891*	*885*	*876*
60,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1045*	*950*	*960*	*961*	
70,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1118*		*1033*	*1021*	
75,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1153*	*1028*	*1055*	*1043*	

*) Nach Veröffentlichung 52, siehe Fußnote 14.

Zahlentafel 7. Überschlagspannung $U_ü$ von Kugelfunkenstrecken bei negativer Stoßspannung in kV. Vergleichswerte Meador, Bellaschi und Dattan. Bezogen auf $t = 20\,°C$ und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet.

Schlagweiten in cm	Kugeldurchmesser in cm: 25			50			75		
	Meador	Bellaschi	Dattan	Meador	Bellaschi	Dattan	Meador	Bellaschi	Dattan
	$U_ü$ in kV			$U_ü$ in kV			$U_ü$ in kV		
2,5	73	74	75	—	—	—	—	—	—
5,0	138	138	144	132	138	144	—	—	—
7,5	197		193				203		208
10,0	246	243	241	264	266	263		268	266
12,5	284		271						
15,0	*316*	*308*	*300*	368	370	366	384	384	385
17,5	*345*		*323*						
20,0	*369*	*366*	*342*	456	461	447		495	487
22,5	*386*	*385*	*358*		498	477	534	540	525
25,0	*397*	*401*	*371*	523	531	505		588	567
30,0	—	—	—	*575*	*589*	*552*	655	673	641
35,0	—	—	—	*614*	*635*	*597*		740	706
40,0	—	—	—	*645*	*678*	*639*		796	767
45,0	—	—	—	*671*	*714*	*669*	*836*	*846*	*817*
50,0	—	—	—	*696*	*740*	*695*		*891*	*869*
60,0	—	—	—	—	—	—	*950*	*960*	*950*
70,0	—	—	—	—	—	—		*1033*	*1016*
75,0	—	—	—	—	—	—	*1028*	*1055*	*1044*

[14]) ETZ 56 (1935) S. 1243.

[15]) F. O. McMillan und E. C. Starr, J. Amer. Inst. electr. Engr. 49 (1930) S. 859; ETZ 53 (1932) S. 345.

[16]) Siehe Fußnote 11 auf S. 379.

Zahlentafel 8. Überschlagspannung $U_{ü}$ von Kugelfunkenstrecken bei positiver Stoßspannung in kV. Vergleichswerte Meador, Bellaschi und Dattan.
Bezogen auf $t = 20\,°$ C und $b = 760$ Torr, eine Kugel geerdet.

Schlagweite in cm	Kugeldurchmesser in cm								
	25			50			75		
	Meador	Bellaschi	Dattan	Meador	Bellaschi	Dattan	Meador	Bellaschi	Dattan
	$U_{ü}$ in kV			$U_{ü}$ in kV			$U_{ü}$ in kV		
2,5	73	74	74	—	—	—	—	—	—
5,0	138	138	144	132	138	144	—	—	—
7,5	199		203				203		203
10,0	256	255	266	264	266	266		268	266
12,5	305		322						
15,0	*344*	*329*	*372*	378	376	395	384	383	413
17,5	*385*		*408*						
20,0	*400*	*392*	*438*	480	483	502		508	538
22,5	*419*	*413*	*462*		523	543	555	559	593
25,0	*433*	*432*	*477*	553	559	590		608	647
30,0	—	—	—	*610*	*619*	*670*	697	700	737
35,0	—	—	—	*669*	*674*	*730*		771	812
40,0	—	—	—	*700*	*720*	*783*		834	877
45,0	—	—	—	*730*	*757*	*830*	*882*	*887*	*935*
50,0	—	—	—	*756*	*785*	*856*		*935*	*990*
60,0	—	—	—	—	—	—	*1008*	*1022*	*1083*
70,0	—	—	—	—	—	—		*1085*	*1156*
75,0	—	—	—	—	—	—	*1088*	*1110*	*1186*

Zahlentafel 9. Vergleichswerte für 25 cm-Kugeln für Stoßspannungen.

Schlagweite in cm	M. u. St. positiver Stoß	Dattan positiver Stoß	M. u. St. negativer Stoß	Dattan negativer Stoß
2,5	75	74	75	75
5,0	145	144	145	144
7,5	208	203	193	193
10,0	268	266	240	241
12,5	325	322	275	271
15,0	380	372	310	300
20,0	475	438	360	342
25,0	540	477	390	371

Abb. 11. Feldbild für Kugelanordnung waagerecht. (Eine Kugel geerdet.)

Abb. 12. Feldbild für Kugelanordnung senkrecht. (Untere Kugel geerdet.)

nung verantwortlich zu machen. Dies soll an Hand der eigenen Messungen erörtert werden.

Der durch die Strichstärke des Kathodenstrahloszillographen hervorgerufene Meßfehler beträgt in unserem Falle bei einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 100, was bis zu den höchsten Spannungswerten beibehalten werden konnte, maximal 2 %. Bei Kathodenstrahloszillographen, die nur kleinere Spannungen unmittelbar anzulegen gestatten, wird durch Vergrößerung des Übersetzungsverhältnisses der Fehler naturgemäß größer. Weiter können Fehler bei unmittelbarer Anzapfung der Hochspannungswicklung des Prüftransformators infolge ungenauer Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses oder verzerrter Kurvenform der Spannungskurve auftreten.

Die Arbeiten von Bellaschi und McMillan bestimmen die Eichwerte durch Kathodenstrahloszillograph-Messungen, während Meador Vergleichsmessungen mittels 200 cm-Kugeln durchführt, für die er innerhalb des polaritätsfreien Bereiches eine Eichkurve für 60 Hz durch Anschluß eines Spannungsmessers an der angezapften Hochspannungswicklung aufgestellt hat.

Unterschiede durch räumliche Anordnungen sind wohl in der Hauptsache in der Feldausbildung zwischen den Kugeln bzw. die Beeinflussung durch Erdboden, Wände usw. und von Feldumbildungen durch Raumladungen zu suchen. Solange das Feld zwischen den Kugeln homogen ist, tritt ein Polaritätseffekt nicht auf, wie schon W. O. Schumann[17]) zeigt. Dies zeigt auch der Verlauf der Feldstärkenkurve nach dem Minimum. Mit weiter wachsender Schlagweite wird das Feld zwischen den Kugeln inhomogen, die negative Durchbruchfeldstärke nimmt plötzlich ab, es tritt der Polaritätseffekt auf. Kennzeichnend für die Feldumbildung ist ferner die starke Streuung der Meßwerte an dieser Stelle. Einen interessanten Beitrag liefert hierzu eine Anmerkung von J. R. Meador, der den Einfluß der Kugelanordnung auf die Eichwerte bei 60 Hz in den drei allein möglichen Fällen untersucht hat[18]). Er findet bei einem $s/d = 0{,}8$ einen Unterschied gegenüber den AIEE-Standards[19]) für einpolig geerdete Kugelfunkenstrecken:

Abb. 13. Feldbild für Kugelanordnung senkrecht. (Obere Kugel geerdet.)

1. Kugeln in waagerechter Anordnung: — 7 %;
2. Kugeln in senkrechter Anordnung, untere geerdet: — 10 %;
3. Kugeln in senkrechter Anordnung, obere geerdet: — 3 %.

Die Abweichungen liegen also alle in einer Richtung, und zwar tiefer als die AIEE-Eichkurven für Normalfrequenz. Diese Unterschiede sind leicht einzusehen, wenn man sich die Feldbilder in Abb. 11 bis 13 ansieht. Mit ihrer Hilfe läßt sich eine für Kugeln günstigste Anordnung herausschälen, und zwar entsprechend Abb. 13 Kugeln in senk-

[17]) W. O. Schumann: El. Durchbruchfeldstärke von Gasen. Berlin: Julius Springer 1923.

[18]) Diskussionsbeitrag von J. R. Meador, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1002.

[19]) Standards of the American Institute of Electrical Engineers Nr. 4, Mai 1928.

rechter Anordnung, obere Kugel geerdet, wobei eine Verzerrung des Feldes durch den Erdboden weitestgehend vermieden ist. Die Feldbilder wurden mit dem bekannten Strohhalmverfahren[20]) gewonnen.

Weiter ließe sich der Einsatz des Polaritätseffektes bei den amerikanischen Arbeiten[21]) im Gebiet von fast konstantem $s/d = 0{,}25$ für alle Kugeldurchmesser mit einer günstigen Kugelanordnung, senkrecht, und geringer Feldverzerrung zwischen den Kugeln erklären. McMillan und Starr[22]) haben dagegen gefunden, daß die Einsatzstelle abhängig vom Kugeldurchmesser ist, und geben für diese die folgende Formel an, die ihren und ebenfalls meinen Messungen annähernd Rechnung trägt: $s = 1{,}6\sqrt{R}$, worin s die Schlagweite und R den Kugelradius in cm bedeuten.

Eine Übereinstimmung der 50 Hz-Kurve mit negativer Stoßkurve, wie sie aus den amerikanischen Arbeiten gefolgert wurde, scheint für Kugeldurchmesser über 15 cm zutreffend zu sein; wenn auch nach den hier berichteten Messungen noch kleine zahlenmäßige Unterschiede auftreten, so sind diese vermutlich auf Messungsungenauigkeiten und etwas günstigere Kugelstellung — geringerer Wandeinfluß — bei der 50 Hz-Eichung zurückzuführen.

[20]) W. Regerbis, Hescho-Mitt. H. 19 (1925) S. 535.
[21]) Siehe Fußnote 1, ferner P. L. Bellaschi, El. Wld., N. Y., 105 (1935) S. 38 (1090).
[22]) Siehe Fußnoten 12 und 14.

Dagegen ist eine Übereinstimmung für kleinere Durchmesser nicht gefunden worden, hierbei treten Unterschiede bis zu 8 % auf. Ähnliche Abweichungen stellt auch Meador fest. Hier ist nach den Meadorschen Messungen ebenfalls die positive Halbwelle am Durchbruch beteiligt.

Nach den von verschiedenen Seiten vorliegenden Ergebnissen scheint die Aufstellung von allgemein gültigen Eichkurven für Kugelfunkenstrecken sehr schwierig zu sein. Die Erfassung aller die Messungen beeinflussenden Umstände durch eine brauchbare Vorschrift wird noch erhebliche Mühe verursachen, es sei denn, daß man sich mit einer gewissen Ungenauigkeit abfindet.

Zusammenfassung.

Für einpolig geerdete Kugelfunkenstrecken mit 5-, 10-, 15-, 25-, 50- und 75 cm-Kugeln in waagerechter Anordnung werden mit Hilfe des Kathodenstrahloszillographen für Stoßspannung und Normalfrequenz Eichkurven aufgestellt. Als Stoßwelle liegt die vom VDE genormte mit 0,5 µs Stirndauer und 50 µs Halbwertdauer zugrunde. Daran schließt sich eine Betrachtung der Eichkurven unter Berücksichtigung der Toeplerschen Knickstelle und des Polaritätseffektes an. Zum Schluß wird ein Vergleich mit den in neuester Zeit veröffentlichten amerikanischen Messungen und eine Kritik der Meßergebnisse gegeben.

Laufband für Personenbeförderung.

621.34 : 621.86

Zur Beseitigung der Verkehrsschwierigkeiten in großen Städten wurden schon vor dem Kriege Laufbänder an Stelle der Gehsteige vorgeschlagen und auf Ausstellungen derartige Versuchsausführungen vorgeführt. Bei diesen Bändern mußten die Fahrgäste jedoch auf das laufende Band auftreten, so daß ältere Leute und Gebrechliche von der Benutzung ausgeschlossen und nur kleine Geschwindigkeiten zulässig waren. Diese Nachteile sind bei einem neuen Vorschlage[1]) vermieden, der zwei nebeneinanderlaufende Bänder und einen festen Gehsteg in einem Tunnel vorsieht. Das neben dem Gehsteig laufende Übergangsband wird mit 0,5 bis 0,6 m/s² vom Stillstand auf 20 km/h beschleunigt, behält diese Geschwindigkeit 10 s lang, wird dann auf 0 verzögert und steht 10 s lang still. Dieser Vorgang wiederholt sich alle 42 s. Das zweite Band hat seine Höchstgeschwindigkeit von 27 km/h dann, wenn das Übergangsband stillsteht. Während der Beschleunigung des ersten wird das zweite Band auf 20 km/h verzögert, beide laufen dann gleich schnell, dann wird das Schnellband wieder beschleunigt. Es stehen den Fahrgästen also je 10 s für das Besteigen des Übergangsbandes und das Übersteigen vom Übergangsband auf das Schnellband zur Verfügung. Das Übergangsband hält 85mal in der Stunde und hat nur Stehplätze, während das Schnellband mit einer mittleren Geschwindigkeit von 24 km/h durchläuft und 2500 Sitzplätze auf 1 km Länge hat.

Als Vorteile gegenüber der U- oder Hochbahn werden genannt: Fortfall des Anmarschweges zum Bahnhof bei genügender Anzahl von Aufstiegen zur Straße, Fortfall der Wartezeit, gleichmäßige Verteilung der Reisenden, daher kein Drängeln auch bei stärkstem Verkehr, Durchfahrt ohne Halt auf dem Schnellband mit verhältnismäßig großer Reisegeschwindigkeit, große Sicherheit.

Die Bänder bestehen aus 250 bis 350 Einzelgliedern je km Länge, jedes Glied läuft mit einer Laufachse auf Schienen. Fest im Tunnel unter den Bändern eingebaute Vertikalmotoren treiben mittels Reibungsrädern, die durch Luftdruck gegen eine T-förmige Triebschiene an dem Band von zwei Seiten gedrückt werden, die Bänder an. Die Motorachsen lassen leichte seitliche Verschiebungen zu. Alle 150 m ist unter den Bändern eine Antriebsstelle vorgesehen mit zwei Motoren für das Übergangsband und zwei Haupt- und zwei Zusatzmotoren für das Schnellband. Alle Motoren sind fremderregt, die Felder ebenso wie die Anker zweier Gegenmotoren liegen immer in Reihe. Die Anker der Hauptmotoren des Schnellbandes liegen an dem Netz von 600 V Gleichstrom, während die Anker der Zusatzmotoren und der Antriebsmotoren des Übergangsbandes in einem in sich geschlossenen Kreise in Reihe liegen. Durch Regelung der Felder wirken je zwei dieser letzteren Maschinen abwechselnd als Motoren und als Generatoren, wodurch der Energieaustausch bei der gegenläufigen Beschleunigung und Verzögerung der beiden Bänder erfolgt. Die von außen zugeführte Energie bleibt gleich. Die Beeinflussung der Erregung für die Maschinen erfolgt für alle Antriebsstellen gleichmäßig durch synchron angetriebene Schaltwalzen, die gleichzeitig das selbsttätige Öffnen und Schließen der Gatter zwischen den Bändern steuern. Da elektrische Anfahr- und mechanische Bremsverluste vermieden sind, ergibt sich bei dem Ausführungsvorschlag ein Stromverbrauch von nur 22 Wh/tkm (gegen 45 bis 55 Wh/tkm bei U-Bahnen) für beide Bänder zusammen, bei einem Fassungsvermögen von 10 000 Personen je km Länge. Die Motorleistung für 1 km-Bänder beträgt nur ein Viertel der Motorleistung von 25 U-Bahnwagen, die etwa das gleiche Fassungsvermögen haben. Abgesehen von den Kosten für den Tunnel, die in beiden Fällen etwa gleich wären, werden die Baukosten für dieses Bandbeförderungsmittel etwa die Hälfte der Kosten einer U-Bahn bei gleicher Länge und gleichem Fassungsvermögen betragen. Das Anwendungsgebiet derartiger Bänder liegt in verkehrsreichen Bezirken großer Städte, in denen durch ein Netz solcher Bänder die Möglichkeit geschaffen werden kann, schnell an jede Stelle der Innenstadt zu gelangen. — Da ein Anpassen an die Verkehrsbedürfnisse nicht möglich ist wie bei Verkehrsmitteln mit Einzelfahrzeugen und Zügen, dürfte jedoch die Wirtschaftlichkeit des vorgeschlagenen Beförderungsmittels in Frage gestellt sein, wenn nicht ein ziemlich gleichmäßig starker Verkehr vorliegt. *Dtt.*

[1]) N. W. Storer, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1340.

Blitzströme.

621. 317. 015. 3 : 551. 594. 221

Harald Norinder hat eine große Reihe von Messungen über Blitzströme veröffentlicht[1]). Die Messungen geben im Zusammenhang mit den Spannungsmessungen, über die er an dieser Stelle[2]) ausführlich berichtet hat, wertvolle Aufschlüsse über die Blitzvorgänge. Die Stromforschung ist die unbedingt notwendige Ergänzung zur Feldforschung. Die Untersuchungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen zeigen, daß man den Blitz als eine Aufeinanderfolge von Teilentladungen verschiedener Stärke ansehen muß, denen ein besonderer Vorentladungsprozeß vorausgeht. Die von Harald Norinder beschriebenen Messungen befassen sich nur mit Blitzen von Wolke zu Erde und umgekehrt.

Das von Norinder angewandte Meßverfahren beruht darauf, daß an einer Rahmenantenne Spannungen induziert werden. Dabei gilt die Beziehung

$$e = w\,F\,\frac{d\mathfrak{H}}{dt}\cdot 10^{-8}\cos\varphi \quad \text{(Volt)}\,. \tag{1}$$

Hierin bedeuten

- e in dem Aufnahmerahmen induzierte EMK in Volt,
- w Windungszahl,
- F Windungsfläche in cm²,
- $\mathfrak{H}$ die elektrische Feldstärke in c-g-s-Einheiten,
- φ Winkel zwischen Feldlinien und Normale zur Rahmenebene.

Abb. 1 zeigt die grundsätzliche Anordnung.

R Wirkwiderstand von 6000 Ω zur Dämpfung der Eigenschwingungen der Rahmenspule A

Abb. 1. Schaltung der Rahmenantenne eines Kathodenstrahl-Oszillographen.

Zur Berechnung der Beziehung zwischen Feldstärken und Blitzstrom wird die Annahme gemacht, daß der Blitzstrahl den Ausgleich zweier Entladungen mit entgegengesetzten Vorzeichen herbeiführt, wobei eine Ladung den Abstand h über dem Erdboden und die andere Ladung den gleichen Abstand unter der Erdoberfläche hat, die Erdoberfläche also als Spiegel zu betrachten ist. Der Blitzstrahl treffe auf den Erdboden im Abstand r von der punktförmig angenommenen Beobachtungsstelle. Beim Auftreffen verteile sich die Ladung des Blitzes gleichmäßig nach allen Seiten. Dann gilt für den Blitzstrom I die Gleichung

$$I = \frac{10\,r\,\mathfrak{H}}{f_h}\ \text{(Ampere)}\,; \qquad f_h = \frac{h}{\sqrt{r^2+h^2}}\,. \tag{2}$$

Alle Längen werden in cm gemessen. Man kann an sich f_h als Funktion von h darstellen, wobei als Parameter r zu wählen ist. Harald Norinder ging, um diese Schwierigkeit zu vermeiden, so vor, daß er zunächst bei Vorversuchen Beobachtungen an drei Feldmeßstellen gleichzeitig ausführte. Dabei zeigte sich an Hand von Aufnahmen, die bei vier Gewittern gemacht wurden, daß als meist vorkommender Abstand der Blitzeinschläge 2,5 km gefunden wurde. In den nachfolgend beschriebenen Versuchen schwankte der Abstand der Blitzeinschlagstellen von der Beobachtungsstelle zwischen 2 und 4 km. Bei Verwendung dieser Abstände macht eine Abweichung der zu schätzenden Höhe h von 0,5 km nach beiden Seiten einen Fehler von etwa ± 8 % aus. Dieser Fehler wird sich durch eine Großzahl von Beobachtungen noch verringern lassen. Da die Werte der Stromstärke für Einzelblitzschläge und Teilentladungen sehr stark unterschiedlich sind, ferner auch innerhalb eines Gewitters sehr stark schwanken, kann man keine allzu große Genauigkeit erwarten. Mit einem Verfahren, bei dem zwei Rahmen verwendet worden sind, deren Ebenen senkrecht zueinander stehen — eine Rahmenebene fällt in die Richtung Nordost-Südwest, die andere in die Richtung Südost-Nordwest — sind im Jahre 1933 und 1934 130 Feldstärken-Oszillogramme aufgenommen worden, die eine Berechnung der Feldänderung erlaubten. Unter Verwendung der schon oben benutzten Zeichen ergibt sich für die in der Spule wirksame Komponente der Feldstärke $\mathfrak{H}_\varphi$ senkrecht zur Spulenebene die Beziehung

$$\mathfrak{H}_\varphi = \frac{10^8}{w\,F}\int e\,dt\,. \tag{3}$$

Zwischen $\mathfrak{H}_\varphi$ und $\mathfrak{H}$ vermittelt die Gleichung

$$\mathfrak{H} = \frac{\mathfrak{H}_\varphi}{\cos\varphi}\,.$$

Damit ergibt sich die Möglichkeit, aus der Feldstärke $\mathfrak{H}$ den Strom I nach der Gl. (2) zu bestimmen, wobei die Größe f_h aus der schon oben erwähnten Kurvenschar entnommen wird.

Abb. 2. Prozentuale Verteilung der Zeitabstände zwischen aufeinanderfolgenden Stromstößen, über der Stromstärke aufgetragen.

Bei der von Norinder verwandten Anordnung hatte das Produkt ($w\,F$) den Wert $1{,}95\cdot 10^7$ (cm²). Die induzierte EMK ist in erster Annäherung gleich der an den Platten des Oszillographen auftretenden Spannung. Aus den Oszillogrammen geht hervor, daß die Entladungsdauer eines aus fünf bis sieben Einzelentladungen bestehenden Blitzes bis zu mehreren tausendstel Sekunden dauert. Bei den Messungen zeigte sich, daß bei Verwendung einer Rahmenantenne die schwächeren Vorentladungen nicht erkannt werden konnten, die man mit Hilfe einer gestreckten Antenne festgestellt hatte. Die Abstände zwischen den einzelnen Teilentladungen lagen vorwiegend zwischen 1 und 2 μs, wie aus Abb. 2 hervorgeht.

Die Messungen ergaben in Übereinstimmung mit den Spannungsmessungen, daß vorwiegend negative Stromstöße auftraten. Allerdings wurde auch oft ein positiver Teilstoß beobachtet, dem zwei oder drei negative folgten. Auch das Umgekehrte konnte beobachtet werden. [Die Verteilung zwischen positiven und negativen Stromstößen zeigt, daß es sich bei diesen Messungen nicht um Schwingungsvorgänge, sondern um verschieden gerichtete, aufeinanderfolgende Einzelvorgänge handelt. Der Berichter.] Die Stromstärken lagen in der Hauptsache zwischen 20 und 60 kV, wie aus Abb. 3 a, b für Blitze beider Vorzeichen hervorgeht.

Die Berechnungen nach dem aus den Pockelsschen Beobachtungen[3]) entwickelten Stahlstäbchenverfahren[3]), wie sie von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen[4]), C. M. Foust und G. F. Gardner[5]), W. W. Lewis u. C. M. Foust[6]) durchgeführt worden

[1]) J. Franklin-Inst. 220 (1935) H. 1, S. 69.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 393.

[3]) F. Pockels, Meteorologische Z. 15 (1898) S. 41; 18 (1901) S. 40.
[4]) H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505. Erstmalig findet das von Max. Toepler vorgeschlagene Verfahren des Einbaus von Stahlstäbchen Erwähnung in einem Aufsatz von A. Matthias, Elektr.-Wirtsch. 26 (1927) Nr. 424, S. 2. Die Arbeit enthält auch die Angaben über Stromstärken, die mit diesem Verfahren festgestellt wurden. Sie liegen zwischen 20 und 40 kA. Der Ber.
[5]) C. M. Foust u. G. F. Gardner, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 324; ETZ 55 (1934) S. 1280.
[6]) W. W. Lewis u. C. M. Foust, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1180.

sind, ergaben gute Übereinstimmung mit den in der vorliegenden Arbeit berichteten Ergebnissen. Die erzielten Höchstwerte lagen in Amerika bei etwa 100 kA, bei den deutschen Messungen bei 60 kA.

a positive Stöße — *b* negative Stöße

Abb. 3. Prozentuale Verteilung der Höchststromstärken bei Einzelstößen, über der Stromstärke aufgetragen.

Der zeitliche Anstieg der Blitzstromstärke lag meistens bei 1 bis 3 kA/μs, oft auch bei 4 bis 6 kA/μs, in seltenen Fällen bei 20 bis 30 kA/μs. Abb. 4 zeigt die prozentuale Verteilung.

Abb. 4. Prozentuale Verteilung der Steilheit der Stromstärke in Blitzströmen, über der Steilheit aufgetragen.

Die Dauer der Einzelstöße lag vorwiegend zwischen 10 und 30 μs, kurze Stöße unter 10 μs wurden auch noch verhältnismäßig häufig beobachtet, längere als 30 μs jedoch in bedeutend geringerem Maße. Die meisten Blitzströme erreichten ihren Höchstwert in 3 bis 4 μs, ein besonders geringer Prozentsatz zwischen 5 und 6 μs. Kürzere Zeiten als angegeben, ebenso wie längere Zeiten, sind nur wenig beobachtet worden. Die meist beobachteten Formen sind in Abb. 4 wiedergegeben. Interessant ist dabei, daß auch eine Form besteht, die beinahe Hochfrequenzcharakter hat, jedoch zeigt der ganze Verlauf, daß der einmal auftretende Wechsel nicht berechtigt, von einem Hochfrequenzcharakter zu sprechen.

Abb. 5. Grundsätzliche Form von Blitzstromwellen, Stromstärke als Funktion der Zeit dargestellt.

Im Anschluß an diese Messungen beschäftigt sich H. Norinder mit der Frage der Wanderwellen auf Leitungen, die durch unmittelbare Blitzeinschläge hervorgerufen werden. Die Schwierigkeit, solche Blitzeinschläge richtig aufzunehmen, liegt einmal darin, daß der für den Kathodenstrahl-Oszillographen erforderliche Spannungsteiler die Scheitelwerte sicher zu niedrig anzeigt, und das andere Mal darin, daß durch Überschläge der Leitungsisolation die Beobachtung des Ursprungs unmöglich gemacht wird. Auch hier bietet die Stromstärkemessung die Möglichkeit, mit Hilfe der Leitungskapazität die Spannungswellen zu errechnen. Von den in Abb. 5 wiedergegebenen Fällen werden die ersten drei durchgerechnet, und es ergeben sich Kurven, die in ihrer Form mit den wenigen oszillographierten unmittelbaren Blitzeinschlägen recht gute Übereinstimmung zeigen. Abb. 6 zeigt ein Beispiel einer Darstellung der Wanderwellen auf Grund des mit einer Rahmenantenne aufgenommenen Stromstärkenoszillogramms. Man erkennt, daß die sich von der Einschlagstelle nach beiden Seiten fortbewegenden Teilwanderwellen eine bekannte Form haben.

Abb. 6. Darstellung der Bildung einer Wanderwelle, über der räumlichen Ausdehnung aufgetragen. Die beiden oberen Kurven, Stromstärke und Ladung im Einschlagpunkt, über der Zeit aufgetragen, sind die Ausgangskurven für die schraffierten Wanderwellenkurven, die für verschiedene Zeitpunkte nach dem Beginn des Einschlags dargestellt sind. Die Oszillogramme wurden an einer Drehstromleitung mit 0,01 μF/km Gesamtkapazität aufgenommen.

Schließlich machte der Verfasser noch Angaben über die in Blitzschlägen geführten Gesamtladungen und findet, daß diese nicht, wie früher angenommen, zwischen 20 und 50 C liegen, sondern wesentlich niedriger sind. Er hat festgestellt, daß Werte über 2 C nicht gefunden wurden. Ladungen bis zu 20 C würden entweder bedingen, daß Blitzstromstärken in der Größe von 1000 kA nachweisbar sein müßten oder daß Blitzdauern von etwa 1000 μs gewöhnlich wären. Beide Forderungen treffen nach den Versuchen von Norinder nicht zu. Nach seinen Feststellungen verteilen sich die Ladungen wie folgt:

Zahlentafel 1.

Größe der Ladung der einzelnen Stöße C	positive Stöße %	negative Stöße %	Stromstöße überhaupt %
0 ··· 0,50	18	26	44
0,50 ··· 1,00	11	11	22
1,01 ··· 1,50	7	4	11
1,51 ··· 2,00	7	15	22

Die Stromstärkemessungen ergänzen das bisher gewonnene Bild über die Erkenntnis des Blitzvorganges ganz außerordentlich. Die große Zahl von 130 Oszillogrammen gewährleistet, daß man ein gutes Durchschnittsbild erhält. Wichtig ist, daß Stromstärken zwischen 20 und 60 kA zu erwarten sind, daß die mittlere Dauer der einzelnen Stromstöße zwischen 10 und 30 μs liegt, und daß die Ladung in den einzelnen Stößen 2 C nicht überschreitet.

Harald Müller VDE.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 314. 25. 014. 1 **Über das Verhalten des einphasig belasteten Drehstrom-Drehtransformators.** — Der einphasig belastete Drehstrom-Drehtransformator gestattet, ein unsymmetrisches Drehstromnetz zu symmetrieren. G. Hauffe ermittelt für den Fall symmetrischer Drehstromspannungen, galvanischer Trennung von Ständer- und Läuferwicklung und für eine beliebige einphasige komplexe Last des Läufers mit Hilfe der symmetrischen Komponenten die Werte des mit- und des gegenläufigen Stromsystems des Ständers. Es zeigt sich, daß der mitläufige Strom von der komplexen Last des Läufers allein, also nicht von dessen Stellung gegenüber dem Ständer, und daß der gegenläufige Strom von beiden Größen abhängig ist. Man hat es daher in der Hand, durch entsprechende Wahl der komplexen Last des Läufers eine gewünschte Größe und durch entsprechende Wahl der Läuferstellung gegenüber dem Ständer eine gewünschte Phase des gegenläufigen Stromes zu erzwingen. Ist die gegenläufige Komponente der Ströme des einphasig belasteten Drehstrom - Drehtransformators in Gegenphase zu der gegenläufigen Komponente der Ströme des unsymmetrisch belasteten Drehstromsystems, so ist dieses symmetriert. [G. Hauffe, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 3, S. 183.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 39 : 534. 793 **Integrierender Geräuschmesser.** — Die Messung der über einen bestimmten Zeitraum gemittelten Schallstärke läßt sich mit folgender Anordnung (Abb. 1) in einfacher Weise durchführen. Ein Mikrophon

C Kondensator *M* Mikrophon *R* Röhre *V* Verstärker *Wh* Wattstundenzähler

Abb. 1. Schaltanordnung zur Geräuschmessung.

(*M*) ist an einen Verstärker (*V*) angeschlossen, dessen Ausgang über einen Transformator am Gitter einer stark negativ vorgespannten Röhre (*R*) liegt. Im Anodenkreis dieser Röhre ist in Reihe mit einer Wechselspannungsquelle von 220 V die Spannungsspule eines Wattstundenzählers (*Wh*) angeordnet. Die Stromspule des Zählers wird über einen Transformator aus der gleichen Spannungsquelle betrieben, so daß in beiden Spulen die Frequenz und — durch entsprechende Wahl des Kondensators (*C*) — auch die Phase übereinstimmen. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Zählerscheibe hängt von der Aussteuerung der Röhre (*R*) und damit von der Schallstärke vor dem Mikrophon ab. Die mittlere Geräuschstärke ergibt sich durch Teilen der Anzeige des Zählers (d*b*·s) durch die abgelaufene Zeit. [F. B. Haynes, Rev. Scient. Instr. Amer. 6 (1935) S. 321.] *Gff.*

621. 317. 083. 7 **Induktive Fernübertragung von Bewegungsvorgängen.** — Die verschiedenartigen Verfahren zur induktiven Fernübertragung von Bewegungsvorgängen beruhen darauf, daß das bewegliche Glied, dessen Lagenänderungen übertragen werden sollen, am Geberort einen oder mehrere Induktivitätswerte verändert, und daß diese Induktivitätswerte bzw. ihr Verhältnis am Empfangsort durch ein elektrisches Anzeige-, Schreib- oder Zählgerät gemessen werden. Man kann diese Verfahren bezüglich ihrer Wirkungsweise in zwei Hauptgruppen einteilen. Bei der ersten Gruppe werden eine oder mehrere Induktivitäten („L-Verfahren"), bei der zweiten Gruppe eine oder mehrere Gegeninduktivitäten („M-Verfahren") durch den zu übertragenden Bewegungsvorgang nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit verändert. Die Veränderung der Induktivitätswerte kann dabei mit allen bekannten Mitteln erfolgen, die eine stetige Änderung einer Induktivität (L) bzw. Gegeninduktivität (M) ermöglichen. Es werden zunächst die „L-Verfahren" (1. Einzelspule mit verschiebbarem Eisenkern, 2. Doppeldrossel mit verschiebbarem gemeinsamen Eisenkern, 3. Kompensations-Meßanordnung mit zwei eisengeschlossenen Drosselspulen, 4. Drosselspule mit verschiebbarem Kurzschlußring) und dann die „M-Verfahren" besprochen (1. Drehfeldsystem, 2. Einphasensystem, 3. Sondertransformator mit veränderbarem magnetischen Schluß und spannungsunabhängiger Induktionszähler, 4. Induktionsdynamometer mit Gleichrichter und Drehspulinstrument, 5. Drehtransformator mit Doppeldrehspule und Wechselstrom-Quotientenmesser, 6. Doppeltransformator mit Gleichrichter und Drehspulinstrument). Anschließend werden die Eigenschaften dieser Verfahren behandelt (1. Spannungs-, Frequenz- und Fernleitungseinfluß, 2. Einfluß der Wellenform der Betriebsspannung, 3. Temperatureinfluß, 4. überbrückbare Entfernungen, 5. bauliche Eigenschaften, 6. Art der Meßstromquelle, 7. Anwendungsgebiete). [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V 3822-1 u. V 3822-2.] *Sb.*

621. 317. 7. 085. 3 **Trägheitsarme Zeiger für Meßinstrumente.** — Das Trägheitsmoment der üblichen Aluminiumzeiger ist für manche Verwendungszwecke noch zu groß, so daß die Zeiger raschen Schwankungen der Meßgröße nicht folgen können. Die Zeiger bestehen aus Aluminiumrohr mit einer Wandstärke von 0,05 mm und einem Außendurchmesser bis herunter zu 0,4 mm. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit geht man neuerdings zu der reibungsfreien Spannbandlagerung über, dabei muß aber gleichzeitig das Trägheitsmoment herabgesetzt werden, wenn die Beruhigungszeit nicht steigen soll. Als geeigneter Werkstoff für Leichtzeiger hat sich Glas ergeben, welches zu Wandstärken bis $^1/_{500}$ mm herunter ausgezogen werden kann, ohne daß die Durchbiegung unzulässig wächst. Das Verhalten dieser Zeiger in Wechselstrominstrumenten wurde durch Resonanzversuche bei konstanter Anregung untersucht. Während bei Aluminiumzeigern der Ausschlag der Spitze mit der Zeigerlänge wächst, nimmt er bei Glaszeigern wieder ab, vermutlich wegen der Luftreibung. Bei spitzengelagerten Instrumenten geraten die Glaszeiger durch äußere Erschütterungen sehr leicht ins Zittern, bei Spannbandlagerung ist das Zittern aber nicht schlimmer als bei spitzengelagerten Aluminiumzeigern. Gegen mechanische Erschütterungen sind die Glaszeiger überraschend widerstandsfähig, wofern nicht der Zeiger selbst bei Überlastungsstößen an scharfe Kanten stößt. Das Trägheitsmoment läßt sich bei gleicher Festigkeit noch weiter verkleinern, indem man den Zeiger aus verschiedenen Teilen zusammensetzt. Ein solcher Zeiger von 10 cm Länge, der aus drei gleichen Teilen mit den Gewichten 1,6 mg/cm (Aluminium) und 0,3 mg/cm bzw. 0,12 mg/cm (Glas) bestand, hatte ein Trägheitsmoment von nur $0{,}7 \cdot 10^{-4}$ g · cm · s^2 gegenüber dem Trägheitsmoment des gleichlangen, dünnsten Aluminiumröhrchens von $5{,}4 \times 10^{-4}$ g · cm · s^2 (rd. das 8fache). Dieses Röhrchen ist aber für 10 cm-Zeiger nicht zu gebrauchen, während sich der Glaszeiger hierfür sehr gut eignet. [Miehlich, Z. techn. Physik 17 (1936) S. 27.] *Kur.*

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 78 **Die Wirtschaftlichkeit des Schnelltemperns im elektrisch geheizten Temperofen.** — Überall da, wo man das Schnelltemperverfahren mit Hilfe des elektrischen Stromes eingeführt hat, wurde eine gute Wirtschaftlichkeit der Glühung erreicht. Selbst bei den in Deutschland gezahlten Strompreisen zeigt sich das elektrische Schnelltempern mit dem Tempern im brennstoffgeheizten Ofen wettbewerbsfähig. Zum Schnelltempern hat sich der Haubenofen als besonders vorteilhaft erwie-

sen; er ist nicht an eine bestimmte Erzeugungsmenge gebunden und wird für geringe wie auch für sehr große Leistungen verwendet. Als wirtschaftlich hat sich das Arbeiten mit einer Reihe von Öfen ergeben, die gemeinsam den ganzen Glühvorgang durchführen. So sieht z. B. ein Fall das Zusammenarbeiten von drei Haubenöfen vor. Eine Haube hält die Temperatur von 1000 °, die zweite die von 740 ° und die dritte die von 720 ° aufrecht. Die Haube von 1000 ° wird mit kalten Tempertöpfen beschickt, die schnell aufgeheizt werden. Nach einer gewissen Zeit wird diese Haube mit neuem Gut beschickt, während die auf 1000 ° gehaltenen Töpfe unter die zweite und zuletzt unter die dritte Haube gebracht werden. Als Vorteile des elektrischen Temperns sind zu bezeichnen: eine stets gleichmäßige Gußbeschaffenheit, Zuverlässigkeit der Durchführung des Tempervorganges entsprechend der gewünschten Temperaturkurve, selbsttätige Regelung der Temperatur und gegebenenfalls der Atmosphäre, Anpassungsfähigkeit an jede Herstellungsmenge beim Arbeiten mit einer Reihe kleiner Ofeneinheiten, geringer Raumbedarf, keine Kosten für Heizer, Kohlenanfuhr, Asche, Schlackenfortbeschaffung, geringe Ausgaben für die Instandhaltung. [R. Buchkremer, Gießerei 23 (1936) S. 1.] *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 694. 012 **Messung der Eigenschaften von Hochfrequenz-Empfangsröhren zwischen 1,5 und 60 MHz.** — Eine Elektronenröhre ist ein Vierpol, dessen vier Konstanten: Steilheit, innerer Anodenleitwert, innerer Gitterleitwert und Gitter-Anoden-Leitwert, bei niedrigen Frequenzen eine geläufige physikalische Bedeutung haben. O. Strutt und van der Ziel beschreiben eine besonders abgeschirmte Meßeinrichtung, mit der die genannten Größen für Frequenzen bis zu 60 MHz gemessen werden können. Untersucht wurden die Philips-Penthoden AF 3 und AF 7. Zur Spannungsmessung wurden besondere Dioden-Rohrvoltmeter verwendet. Bei normalen Elektronenröhren verursacht die Laufzeit der Elektronen bereits bei 20 MHz 10 % Meßfehler. Durch den außerordentlich geringen Elektrodenabstand von 0,16 mm gelang es, diese Grenze bis zu 70 MHz hinauszuschieben. Als Galvanometer wurden Lichtzeigerinstrumente mit 1 μA Höchstausschlag und 25 kΩ innerem Widerstand verwendet. Aus der Änderung der Güte Q eines Schwingungskreises mit und ohne Rohr wurden die Anoden- und Gitterleitwerte bestimmt. Während die Anodenkapazität zwischen kaltem und warmem Zustande gleichbleibt, geht der tatsächliche innere Anodenleitwert, wie er z. B. für die Dämpfung eines angeschlossenen Schwingkreises maßgebend ist, zwischen 5 und 35 MHz von 750 auf 110 kΩ im kalten Zustande, von 430 auf 56 kΩ im warmen Zustande und von 670 auf 97 kΩ im heruntergeregelten Zustande bei der AF 3 herunter. Die Steilheit ist dagegen bis zu 60 MHz innerhalb der Meßfehler gleich der statisch gemessenen.

Die Gitterkapazität ändert sich zwischen kalt und warm um 1 pF, während der reziproke Gitterleitwert zwischen 1,5 MHz und 60 MHz von 4 MΩ auf 200 kΩ im kalten Zustande, von 3,3 MΩ auf 10 kΩ im warmen Zustande und von 5 MΩ auf 210 kΩ im heruntergeregelten Zustande sinkt. Infolge des induktiven Spannungsfalles auf der Schirmgitterleitung läßt sich die Gitteranodenrückwirkung nur bis zu etwa 1,5 MHz durch die Gitteranodenkapazität darstellen, bei höheren Frequenzen wird die Rückwirkung mehr und mehr induktiv, die Verhältnisse lassen sich bei der AF 3 durch die Formel $C'_{ag} = C_{ag} - 0{,}0075 \cdot 10^{-16} \cdot \omega^2$ beschreiben, wobei die resultierende Gitteranodenkapazität sich bei höheren Frequenzen als negativ ergibt. Die Zusatzdämpfung beruht teils auf der Elektronenträgheit, welcher eine zusätzliche Wirkkomponente entspricht, teils auf dielektrischen Verlusten (Glasfuß mit Einschmelzungen) und Kriechströmen. Über die Kapazitäten zwischen Anode (a) und Metallisierung (m), Anode und Fanggitter (fg) und Anode—Schirmgitter (sg) fließen Wechselströme, die ihrerseits über die Zuleitungen nach Erde abfließen und einen geringen Spannungsfall zwischen Gitter und Kathode verursachen, welcher einen dämpfenden Strom steuert. Die Verfasser geben für diesen Teil der Dämpfung die Formel

$$G = \omega^2 S \left[C_{a\,sg} M_{sg\,k} + C_{a\,m} M_{m\,k} + C_{a\,fg} M_{fg\,k} + C_{a\,k} L_k - (C_{ak} + C_{a\,sg} + C_{a\,fg} + C_{am}) M_{ka}\right].$$

Die Formel stimmt mit den Beobachtungen gut überein. Die Sockelverluste sind bei dem neuen P-Sockel und bei der dadurch ermöglichten besseren Leitungsführung erheblich günstiger geworden. [M. I. O. Strutt u. A. van der Ziel, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 347.] *Kur.*

621. 396. 82 **Rundfunkstörungen durch Gleichstrommaschinen.** — Es soll im folgenden über einige Fälle von Rundfunkstörungen niederfrequenter Art berichtet werden, die durch Gleichstrommaschinen verursacht wurden. — An den Klemmen einer Gleichstrommaschine pulsiert die Spannung entsprechend der Form des Potentialdiagramms. Die Frequenz ist abhängig von der Eckenzahl des Polygons und diese wiederum von der Nutenzahl. An einer Maschine mit einer ganzen Nutenzahl je Pol wird die Frequenz am geringsten und die Amplitude am größten sein. — In dem Elektrizitätswerk einer Ortschaft mit rd. 1000 Einwohnern erzeugte ein aus vier 4poligen Maschinen bestehender Spannungsteiler- und Lademaschinensatz in den Rundfunkempfängern einen singenden Ton, der den Empfang unmöglich machte. Alle vier Maschinen hatten eine gerade Anzahl Nuten je Polpaar. Die Anker der beiden Motoren hatten Reihenwicklung und die Anker der Stromerzeuger Parallelwicklung. Abhilfe wurde geschaffen durch Versetzen von dreien der Hauptpole um $^1/_4$, $^2/_4$ und $-^1/_4$ Nutteilung[1]). Die Störungen wurden hierdurch vollkommen beseitigt. Das Netz war ein Freileitungsnetz. Der Störton trat natürlich an den wohlfeileren Empfängern am stärksten auf, aber er war keinesfalls an die Nähe des Werkes gebunden. Später wurden bei anderen größeren Werken mehrfach Fälle beobachtet, in denen Gleichstrommaschinen mit gerader Nutenzahl je Polpaar in ihrer näheren Umgebung niederfrequente Störungen verursachten. Auch hier konnte mit demselben Mittel Abhilfe geschaffen werden. Wenn auch alle hier beschriebenen Fälle an Maschinen mit gerader Nutenzahl je Polpaar beobachtet wurden, sind solche Störungen grundsätzlich auch bei ungerader Nutenzahl möglich.

Zum Schluß sei noch ein Fall erwähnt, in dem auch hochfrequente Störungen ohne Kondensatoren nur durch Änderung der Maschine beseitigt werden konnten. Ein Stromerzeuger von 200 kW, 450/600 V, 445 U/min erzeugte starke knackende und zischende Geräusche in den Rundfunkempfängern. Durch Änderung des Luftabstandes der Wendepole konnten die Störungen zum Verschwinden gebracht werden. Das merkwürdige hierbei war, daß weder vor noch nach der Änderung der Wendepole Funken am Kommutator sichtbar waren. *Sch.-N.*

621. 395. 49 **Über Versuche und Erfahrungen mit Überlagerungstelegraphie auf Fernsprechfernleitungen.** — Bei der Überlagerungstelegraphie (ÜT) wird das Frequenzband zwischen der bei etwa 2700 Hz liegenden oberen Grenze des Sprachfrequenzbandes und der oberen Übertragungsgrenze der leicht pupinisierten Fernsprech-Vierdrahtleitungen ausgenutzt. Eine Reihe von Versuchen wurde durchgeführt, um die Schaltung und die betriebliche Eignung des neuen Systems zu erproben. Die wichtigsten Empfehlungen des CCIF für die gleichzeitige Übertragung von Sprache und ÜT sind:

1. Trägerfrequenz der ÜT 3180 oder 3540 Hz.
2. ÜT-Sendepegel 1 mW am relativen Pegel 0.
3. Die durch die ÜT-Einrichtung bedingte Zusatzdämpfung im Sprachkanal soll

   zwischen 300 und 1600 Hz 0,12 Neper
   „ 1600 „ 2400 „ 0,20 „
   „ 2400 „ 2700 „ 0,40 „

   nicht überschreiten.
4. Störspannung der ÜT im Sprachkanal soll kleiner sein als 1 mV am relativen Pegel —1.

Bei dem ÜT-System wird der Telegraphierkanal gegen das Sprachfrequenzband durch einen Bandpaß abgegrenzt, das Telegraphiersieb ist so bemessen, daß ein Frequenzband von 3200 ± 55 Hz übertragen wird. Das Sprachsieb ist als fünfwertiges Brückensieb ausgebildet und hat eine

[1]) Vgl. R. Richter, Ankerwicklungen f. Gleich- u. Wechselstrommaschinen, S. 376; Berlin: J. Springer 1922. — S. a. Hammer, Arch. Elektrotechn. 17 (1928) S. 268.

Grenzfrequenz von 2850 Hz. Die Erzeugung der ÜT-Trägerfrequenz erfolgt in einem Röhrengenerator, dessen Schwingrohr die Sendeleistung über den Anker des Senderrelais unmittelbar an die Leitung abgibt. Die Trägerfrequenzzeichen der ÜT werden im Empfänger durch einen dreistufigen Verstärker verstärkt und nach Regelung des Pegels gleichgerichtet. Der Pegel wird in einem Bereich von ± 0,5 Neper selbsttätig geregelt, wobei die Verzerrung der Telegraphierzeichen einen Wert von 6 % nicht überschreitet.

Für die Versuche wurde eine leicht pupinisierte Vierdrahtleitung mit insgesamt 7 Verstärkern und einer Gesamtlänge von 2 · 205 km in Schleifenschaltung benutzt. Es zeigte sich, daß bei sehr lautem Sprechen die Verzerrung der Telegraphierzeichen einen Wert bis zu 50 % erreichte. Die Ursache lag in der Übersteuerung der Fernsprechverstärker, so daß durch die Nichtlinearitäten Störspannungen im Telegraphenkanal hervorgerufen wurden. Zur Unterdrückung dieser Störspannungen war es notwendig, den Sprachpegel am Ausgang des ersten Leitungsverstärkers mittels einer Glimmlampenschaltung auf einen Höchstwert von + 1,7 Neper zu begrenzen. Nach Einschaltung des Begrenzers blieb die Verzerrung der Telegraphierzeichen stets kleiner als 6 %, gleichgültig ob auf der Fernsprechleitung laut oder leise gesprochen wurde. Die Sprachübertragung wurde durch das gleichzeitige Telegraphieren nicht merklich beeinflußt, dies wurde durch Messung des Störpegels im Sprachkanal, durch Messung des Klirrfaktors und der Silbenverständlichkeit bestätigt.

Die ÜT-Einrichtung wurde nach den Vorversuchen in eine normale Betriebsleitung Berlin—Hamburg eingeschleift, um das System betrieblich zu erproben. Die mehrmonatlichen Betriebsversuche zeigten, daß gegen die Beschaltung einer Fernsprechleitung mit ÜT keine Bedenken bestehen. Die Betriebsstabilität des ÜT-Systems ist sehr groß, im besonderen Maße ist die ÜT für Weitverbindungen geeignet. [H. Noack u. W. Schallerer, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 24 (1935) S. 316.] *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 318. 4. 013 **Magnetfeld und Induktivität von zylindrischen Spulen.** — Die beiden Komponenten des Magnetfeldes eines Kreisstromes und einer einlagigen Zylinderspule werden in einer Arbeit von K. Foelsch durch geschlossene Formeln ausgedrückt. Die Formeln enthalten vollständige elliptische Integrale erster und zweiter Art und sind einfach gestaltet. Nur bei der waagerechten Komponente des Magnetfeldes der einlagigen Spule treten außerdem noch vollständige elliptische Integrale dritter Art auf, wodurch die numerische Berechnung dieser Komponente recht umständlich wird, da es für elliptische Integrale dritter Art keine Tafeln gibt. Aus diesem Grunde werden im mathematischen Anhang der Arbeit für die numerische Auswertung der mathematischen Ausdrücke für die waagerechte Komponente der Spule besondere Formeln abgeleitet[1]. Zur Prüfung der gefundenen Formeln wird das Maxwellsche Randintegral berechnet. Das Problem der mehrlagigen Spule wird durch Zerlegung derselben in koaxiale Teilspulen gelöst. — Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Induktivität von eisenlosen Spulen mit rechteckigem Wicklungsquerschnitt. Es wird dort gezeigt, daß man auf Grund der im Schrifttum vorhandenen theoretischen, aber außerordentlich umständlichen Formeln durch besondere Betrachtungen zu sehr einfachen und genauen Näherungsformeln gelangen kann. Das ganze Gebiet der Spule wird von sieben Näherungsformeln vollständig erfaßt, die in ihren Gültigkeitsgrenzen genau bestimmt sind. [K. Foelsch, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 3, S. 139.]

537. 228. 1 **Piezoelektrischer Kristall mit Ultraschallkonvergenz.** — Die Größe der mit einem piezoelektrischen Kristall erzielbaren Ultraschallamplituden ist begrenzt wegen des Funkenüberschlages bei hohen Erregungsspannungen, durch den der Kristall zersprengt werden kann. Eine wesentliche Erhöhung der Ultraschallamplituden läßt sich indessen erreichen, wenn man dem Kristall die Form einer Kugelschale gibt, so daß sich die Strahlung in einem Brennpunkt vereinigt. Die Messung der so zustandekommenden Leistungsverstärkung ergab den Faktor 161. Die Sammlung der abgestrahlten Energie im Brennpunkt läßt sich deutlich vor Augen führen. Senkt man den Schwingkristall mit der hohlen Seite nach oben so weit in ein Ölbad, daß der Brennpunkt in die Öloberfläche fällt, so lassen sich Ölfontänen bis zu einer Höhe von 40 cm beobachten; verändert man dann die Entfernung zwischen Öloberfläche und Kristall mehr und mehr, so wird das Öl immer weniger weit emporgeschleudert.

Der gekrümmte Schwingkristall dürfte z. B. in der Medizin zur Erzielung örtlich genau bestimmter Wirkungen Anwendung finden [J. Gruetzmacher, Z. Physik 96 (1935) S. 342.] *Gff.*

[1] Siehe K. Foelsch, Tabellen und Kurven zur Berechnung des Magnetfeldes von zylindrischen Spulen, Würzburg: Konrad Triltsch, 1936.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 367 : 621. 791 **Bogenschweißung in Argongas.** — G. E. Doan und W. C. Schulte berichten über Versuche, die sie über das Verhalten des elektrischen Schweißbogens in Hüllen von Edelgasen anstellten. In einer besonders gebauten Gaskammer wurde die Luft durch Edelgase ersetzt. Hierbei zeigten sich besonders für Argon überraschende Erscheinungen. Als Proben wurden 2 und 6 mm starke Stahlbleche benützt, die V-förmig ausgefräst waren und durch eine Spindel in der Nahtrichtung verschoben wurden. Als Elektroden wurden 4 mm umhüllte und nackte Stäbe durch einen abgedichteten Schweißkopf geführt. Die Elektrode von 4 mm Dmr. wird bei etwa 15 bis 17 V Lichtbogenspannung und bei etwa 70 bis 80 A abgeschmolzen, während die Dynamo eine Leerlauf- und Zündspannung von 60 bis 62 V und einen Kurzschlußstrom von etwa 110 bis 112 A haben muß. Hierbei tropfte der Stab ab, es zeigte sich weder Einbrand noch Kraterbildung, aber die Tropfen wuchsen auf etwa 13 mm Dmr. an und fielen durch ihre eigene Schwere ab. Es scheint also Einbrand und Krater nur eine kennzeichnende Erscheinung bei der Stahlschweißung in Luft zu sein, die Abschmelzleistung (kW) und die Zeitdauer (h) ist bei Argon und Luft die gleiche. Bei der Stahlschweißung in Luft ergab sich nur eine Einschnürung von 3,5 % und eine Dehnung von 4 % gegen 90 % Einschnürung und 30 % Dehnung der Argonproben, das ist also eine erhebliche Zunahme der Dehnung. Dagegen ging die Zerreißfestigkeit gegenüber der Zerreißfestigkeit der in Luft geschweißten Nähte um etwa 40 % zurück. [G. E. Doan u. W. C. Schulte, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1144.] *J. C. F.*

621. 357. 9 **Neues Verfahren für die Erhaltung gut polierter Metallflächen.** — Pierre Jacquet hat ein Verfahren für die schnelle Erzeugung glatter und glänzender Flächen auf Metallen entwickelt. Das als Anode dienende Metall wird in eine Lösung von mindestens 400 g H_3PO_4 oder $H_4P_2O_7$ je Liter Wasser eingetaucht und auf 15 bis 25 ° aufrechterhalten. Die Kathode besteht aus einem Kupferband von größerer Fläche als die Anode. Zwischen Spannung und Dichte ist ein zweckmäßiges Verhältnis zu erzielen. Die Höhe der Spannung richtet sich dabei nach der Konzentration der Lösung, dem Verhältnis der anodischen zur kathodischen Fläche und dem Abstand zwischen diesen Elektroden. In einer Lösung mit z. B. 530 g H_3PO_4 wird die eine der Flächen einer senkrechten Anode glatt und glänzend — die andere Fläche wurde mit einem Anstrich isoliert — bei einer Stromdichte von 10 A, während eine solche von 6 A zum Polieren der gleichen, jedoch waagerecht unter der Kathode angeordneten Fläche genügt. Die Spannung richtet sich nach der Gasentwicklung im Bad; erfolgt die Gasentwicklung z. B. bei 2,1 V, so arbeitet man mit einer solchen von 1,9 V. [P. Jacquet, Génie civ. 108 (1936) S. 92.] *Kp.*

621. 365 : 669. 21/29 **Über die Wahl eines elektrischen Schmelzofens in der Nichteisenmetallgießerei.** — Die Entscheidung zu einem Widerstandsofen, Induktionsofen oder Lichtbogenofen zum Schmelzen von Nichteisenmetallen wird von der Größe der Gießerei, der zu schmelzenden Metallmengen und Metallarten abhängen. Man wird mit Rücksicht auf die Anlage- und Betriebskosten einem einzigen oder nur wenigen Öfen den Vorzug vor einer Vielheit von Öfen geben. Die Wahl eines Schmelzofens richtet sich nach der Schmelzbarkeit der Metalle. Das Niederschmelzen von sehr leicht schmelzbaren Metal-

len geschieht am besten mit dem Induktionsofen mit selbsttätiger Rührvorrichtung. Beim Schmelzen von Aluminium kommt es auf die Einhaltung folgender Bedingungen an: Temperaturanstieg auf Schmelztemperatur innerhalb der kürzesten Zeit, Vermeidung der Überhitzung, zweckdienliche Einstellung der Atmosphäre im Ofen, kurzes Verweilenlassen des Metalles bei Gießtemperatur. Nach der Möglichkeit der Einhaltung dieser Bedingungen richtet sich die Wahl des Ofens, die auf einen Widerstands- oder einen Hoch- oder Niederfrequenzofen fallen kann. Für Magnesium ist der elektrische Strahlungsofen besonders geeignet. Mittelmäßig schmelzbare Metalle, wie Kupfer, Messing, Bronzen, Silber, Gold, werden vorteilhaft in Induktionsöfen zubereitet. Bei den schwer schmelzbaren Metallen, wie beim Nickel und seinen Legierungen (insbesondere Neusilber), werden Temperaturen von 900 bis 1200° verlangt, je nach der Zusammensetzung der Legierung. Das Schmelzen und das Gießen müssen schnell vorgenommen werden. Der Hoch- und Niederfrequenzofen ist hierfür am geeignetsten. [Maurice Dériberé, Rev. chauf. électr. 3 (1935) S. 109.] *Kp.*

621. 318. 42 : 538. 311 **Erzeugung starker Magnetfelder in einer eisenfreien Spule.** — G. Gerloff und E. Löwe beschreiben eine einfach herzustellende eisenfreie Spule zur Erzeugung langdauernder Magnetfelder von über 5000 Oersted. Auf ein Porzellan- oder Quarzgutrohr wird eine Wicklung aus Email-Kupferdraht (0,6 oder 0,8 mm Dmr.) in 6 bis 7 Lagen aufgebracht. Der Draht wird noch mit zwei Sonderlacken behandelt. Die einzelnen Lagen werden durch längsgelegte Pertinax- oder Glasstäbchen voneinander getrennt gehalten. Das bewickelte Rohr wird nun so in ein wasserdurchströmtes Gefäß eingefügt, daß das Wasser die einzelnen Windungen allseitig umspült, daß aber der Rohrinnenraum frei zugänglich bleibt. Eine solche Spule mit etwa 20 cm Wickellänge und 1,5 cm Innendurchmesser wurde beispielsweise mit 20 kW dauernd belastet. Das Feld in der Spulenmitte betrug 5500 Gauß bei recht guter Längshomogenität. [G. Gerloff u. E. Löwe, Z. Physik 98 (1936) S. 559.] *Wr.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

621. 311 : 622 (43) **Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen Essen. Jahresbericht 1934/35.** — Die Überwachungstätigkeit der Elektrotechnischen Abteilung erstreckte sich auf einen Gesamtanschlußwert von 2 781 079 kW (+ 33 628 kW[1]). Hiervon entfielen auf die Stromerzeugung 648 955 kW bei $\cos\varphi = 0{,}8$ (+ 3769 kW), auf die Stromumformung 1 163 613 kW (+ 9880 kW), auf den Stromverbrauch 968 511 kW (+ 19 952 kW). In diesen Ziffern ist die Stromumformung unter Tage mit 73 929 kW und der Stromverbrauch unter Tage mit 331 685 kW enthalten. Aus den Ziffern ist das Anwachsen des Fremdstrombezuges zu erkennen. Ursachen elektrischer Unfälle waren zu 75 % auf eigenes Verschulden, nur zu 6,2 % auf schadhafte Anlage zurückzuführen. Sehr wichtig ist eine einwandfreie Erdung von ortsbeweglichen elektrisch angetriebenen Einrichtungen. Die Bauart der Erdungskontakte der Steckvorrichtungen muß der der Starkstromkontakte mindestens gleichwertig sein. Zur Ermittlung der beim Anlauf der Antriebe auftretenden Drehmomente wurde ein Torsionsdynamometer entwickelt. Die Besserung des Zustandes der elektrischen Schienenstoßverbindungen macht weitere Fortschritte. Im Grubenbetrieb ist der Schweißverbindung gegenüber der mechanischen der Vorzug zu geben. Im Normblatt DIN BERG 615 wurden die zweckmäßigsten für die Herstellung von Fahrdrahtanlagen unter Tage erforderlichen Betriebsmittel zusammengestellt. Für Abbaubeleuchtungen im Anschluß an den Fahrdraht elektrischer Streckenförderungen (763 km) mit Gleichstrom von 220 V wurden Richtlinien aufgestellt. Das Topfphotometer hat sich bewährt. Zur Prüfung der für die Abbaubeleuchtungen verwendeten Gummischlauchleitungen wurden Biegungs- und Schlag-Prüfeinrichtungen entwickelt. Aus Versuchsergebnissen wurden die Forderungen erkannt, die besonders für die Haltbarkeit der Leitungen wichtig sind, wie weicher, aber doch zäher und elastischer Gummi für die Mäntel, möglichst fein unterteilter Aderquerschnitt, Verdrillungen mit gleichem Steigungswinkel usw. Zur Verschraubung der Gehäuse schlagwettergeschützter Betriebsmittel wurde das Normblatt DIN BERG 2416 aufgestellt. Der Dreikantverschluß wurde eingeführt und die Zahl der Verschlüsse auf neun herabgesetzt. *Pge.*

[1] Klammerwerte beziehen sich auf 1933/34.

AUS LETZTER ZEIT.

Jubiläum. — Am 4. 4. konnte das Institut für Schwachstromtechnik der T. H. Dresden die Feier seines 25jährigen Bestehens begehen. Das Institut wird seit seiner Gründung von Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. H. Barkhausen VDE geleitet.

Zum Stand der Elektrizitätsversorgung Berlins. — Nachstehende Zahlen geben einen Überblick über Wachstum und derzeitigen Stand der Elektrizitätsversorgungsdichte im Berliner Versorgungsgebiet der Bewag:

I. Vorhandene und elektrisierte Gebäude.

Jahr	insges. vorhanden	davon elektrisiert
Ende 1920	rd. 76 000	rd. 28 000
Mitte 1927	„ 84 000	„ 67 700
Ende 1931	„ 106 000	„ 97 000
Ende 1934	„ 123 000	„ 118 000
Mitte 1935	„ 126 000	„ 121 000

II. Vorhandene und elektrisierte Wohnungen.

Jahr	insges. vorhanden	davon elektrisiert	%
1924	1 025 000	220 000	21,5
1925	1 040 000	252 000	24,2
1926	1 054 000	310 000	29,4
1927	1 084 000	441 000	40,7
1928	1 103 000	580 000	52,6
1929	1 133 000	680 000	60,0
1930	1 160 000	765 000	66,0
1931	1 185 000	830 000	70,0
1932	1 195 000	880 000	73,6
1933	1 203 000	918 000	76,3
1934	1 256 000	996 000	79,3

25 000 Elektroherde in Berlin. — Am 12. 3. ist im Vorort Mahlsdorf in einem Siedlungshaus der 25 000. Elektroherd aufgestellt worden. Die Bewag machte den Herd dem Siedler zum Geschenk.

Neue Auslandsaufträge. — Vor einer Reihe von Jahren hatten die SSW große Synchronmotoren mit Anlaufwicklung für den Antrieb von Drucklufterzeugern an die Victoria Falls and Transvaal Power Co. geliefert. Da die gelieferte Sonderausführung befriedigte, wurden ähnliche Maschinen nachbestellt. Z. Z. ist der vierte Motor im Bau, der für eine Leistung von 9000 PS bemessen ist und zusammen mit einem 10 000 kVA-Transformator geliefert wird. Die zugehörigen Kompressoren baute die Demag, Duisburg. — Die Siemens-Reiniger-Werke haben den Auftrag erhalten, einen für den alleinigen persönlichen Gebrauch des Kaisers von Japan bestimmten Krankenpavillon im Kaiserschloß zu Tokio mit einer Röntgenanlage auszurüsten.

100 Jahre Kunstharz. — In einem Vortrag, den kürzlich Dr. W. Röhrs im Verein Deutscher Chemiker, Berlin, hielt, wurde darauf hingewiesen, daß Polystyrol, ein Stoff, der heute als hochwertiger Isolierstoff unter dem Namen Trolitul bekannt ist, schon vor nahezu 100 Jahren (1839) von dem deutschen Chemiker E. Simon aus natürlichem Storaxbalsam gewonnen wurde. Simon glaubte, daß sich das „Storaxöl" oxydiere wie Leinöl, aber heute wissen wir, daß es sich um eine natürliche Polymerisation handelt. Heute ist Äthylbenzol der Ausgangsstoff für die künstliche Herstellung von Styrol und Polystyrol.

Fernsehen in Schweden. — Die Svenska Radioaktiebolaget hat mit der täglichen Übermittlung von Fernsehsendungen von der Stockholmer Vorstadt Alstromergatan begonnen. Die Bilder werden in 240 Zeilen mit der Welle 6,97 m, der Ton mit der Welle 7,31 m übertragen.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Dänemarks im Berichtsjahre 1933.

Von Generaldirektor **Johs. E. Börresen**, Kopenhagen.

621. 311. 1 (489)

Übersicht. Auf Grund der offiziellen Statistik wird eine kurzgefaßte Übersicht über die Elektrizitätserzeugung in Dänemark während des Jahres 1932/33 gegeben. Es wird darin der Einfluß der wirtschaftlichen Weltkrisis auf den Zugang neuer Verbraucher, auf den Stromverkauf sowie auf die diesbezüglich getroffenen Maßnahmen erwähnt. Es wird ferner eine kurze Erläuterung über die im Laufe des Jahres stattgefundenen größeren Erweiterungen gegeben, verschiedene Fragen betreffend das Zusammenarbeiten zwischen den öffentlichen Elektrizitätswerken werden erwähnt. In der Übersicht über die finanziellen Verhältnisse ist überall mit dem Kurs 1 RM = 1,80 Kr gerechnet.

Den nachstehenden Ausführungen über öffentliche Elektrizitätswerke in Dänemark während des Berichtsjahres 1932/33 ist im wesentlichen das vom dänischen Staat herausgegebene Tabellenwerk „Elektricitetsværker i Danmark" (Elektrizitätswerke in Dänemark) [Statistische Mitteilungen, 4. Reihe] zugrunde gelegt. Die Übersicht schließt sich der in ETZ 55 (1934) S. 489 veröffentlichten Übersicht über das Vorjahr an, auf welche im Nachstehenden mehrfach verwiesen wird.

Im Berichtsjahr wurden sowohl die dänischen Elektrizitätswerke als auch das ganze dänische Erwerbsleben von der wirtschaftlichen Weltkrise beeinflußt. Ganz besonders für die Landwirtschaft und dadurch für die dieselbe versorgenden Werke wurde 1932/33 ein schweres Jahr, an vielen Orten des Landes war der Zugang neuer Verbraucher nur sehr gering. Ferner wird vielfach von verhältnismäßig bedeutenden rückständigen Zahlungen berichtet. Auch für die städtischen Erwerbszweige, die vielfach vom Kaufvermögen der Landwirte abhängig sind, waren die Verhältnisse wenig günstig, wenn auch hier durchschnittlich immerhin etwas besser.

Der Statistik zufolge stieg die Zahl der Elektrizitätswerke während des Betriebsjahres von 476 auf 483. Es gibt jetzt 140 Stadt- und Überlandzentralen und 343 Landzentralen. Nach der Größe der Nettoerzeugung, d. h. Bruttoerzeugung abzüglich des Verbrauchs für Hilfsmaschinen und dergl., verteilt, ergibt die Zahlentafel 1 folgendes:

Zahlentafel 1.

	Zahl der Werke	Nettoerzeugung im ganzen kWh
Die Hauptstadt	2	etwa 195 Mill
über 5 Mill kWh	11	„ 125 „
0,5 ··· 5 Mill kWh	47	„ 78 „
unter 0,5 Mill kWh	76	„ 15 „
Landzentralen	343	„ 21 „

Die gesamte Nettoerzeugung betrug im Laufe des Jahres 432,4 Mill kWh, und hierzu kommen ferner etwa 1,3 Mill kWh der drei Färöer-Werke. Aus Schweden wurden etwa 48 Mill kWh eingeführt. Die Nettoerzeugung ist im Verhältnis zu 1931/32 um etwa 4,5 % gestiegen.

Die erhöhte Anzahl der Werke ist ausschließlich dem Umstand zuzuschreiben, daß die Zahl der Landzentralen, worunter kleine Gleichstromzentralen zu verstehen sind, die ein eng begrenztes Gebiet versorgen, um 19 Werke erhöht worden ist. Im Laufe des Jahres wurden 11 derartige Werke aufgehoben, weil die Versorgung der Verbraucher von einer Überlandzentrale übernommen wurde, wobei entweder eine Änderung der Anlagen vorgenommen wurde, durch welche dieselben für Wechselstrom verwendbar wurden, oder in der bisherigen Zentrale ein Gleichrichter aufgestellt wurde.

Von den 19 neuen Landzentralen liegt eine auf Seeland, eine auf Samsö, eine auf Bornholm und eine auf Fünen, während die übrigen 15 in Jütland, und zwar namentlich in Westjütland liegen, wo es keine Überlandzentralen gibt. Sie sind sämtlich rein örtlicher Art, was u. a. daraus ersichtlich ist, daß die meisten derselben auf ein Zweileiter-Versorgungsnetz basiert sind, 2 derselben sogar für 110 V Spannung. Den 19 Werken sind im ganzen etwa 600 Lichtzähler und etwa 150 Kraftzähler angeschlossen. Der gesamte Verkauf betrug im Berichtsjahre etwa 75 000 kWh für Licht und Kraft. Das auf Fünen eingerichtete Werk liegt jedoch außerhalb dieser Berechnung, da das Werk lediglich das Gut versorgt, auf welchem es eingerichtet ist und seine überschüssige Erzeugung, etwa 70 000 kWh, an ein örtliches Elektrizitätswerk der nächsten Umgebung verkauft. Es ist an und für sich erstaunlich, daß in einer Zeit der Notlage verhältnismäßig viel neue Werke errichtet werden. Es ist bedauerlich, daß derartige kleine Gleichstromwerke, mehrere derselben also obendrein mit 110 V-Zweileiter-Versorgungsnetz, immer noch errichtet werden, obgleich die Entwicklung auf Drehstromversorgung mit 360/220 V für die Verbraucher aus den Überlandzentralen zielt. Hierbei spielen jedoch die örtlichen Verhältnisse eine wesentliche Rolle. Häufig sind die Werke in Verbindung mit Windmotoren und Wassermühlen auf größeren Gütern und dergl. eingerichtet, wo bereits ein Überschuß an Energie zur Verfügung steht. Nicht weniger als 14 der 19 neuen Werke sind im Anschluß an Wassermühlen eingerichtet.

Im früheren Aufsatz[1]) wurde erwähnt, daß die 11 Werke, deren Jahreserzeugung zwischen 5 und 20 Mill kWh beträgt, die eigentlichen Überlandzentralen und im allgemeinen Genossenschaften sind. Die 47 Werke, deren Erzeugung zwischen 0,5 und 5 Mill kWh beträgt, sind fast sämtlich Gemeindewerke, welche eine Stadt und die nächste Umgebung versorgen.

Der Brennstoffverbrauch in den öffentlichen Elektrizitätswerken wird für 1932/33 auf etwa 265 000 t Kohle und Koks, etwa 33 000 t Brennöl und etwa 486 000 m³ Leuchtgas geschätzt. Der Kohlenverbrauch je erzeugte kWh schwankt von 0,75 kg je kWh in den großen, gut ausgenutzten Werken bis über 2 kg je kWh in den kleinen, weniger wirtschaftlich arbeitenden Werken. Die Erzeugung erfolgt zum größten Teil mittels Dampfturbinen und Dampfmaschinen sowie mittels Dieselmotoren. Die Zahl dieser Maschinen ist im steten Steigen begriffen, während die Zahl anderer Kraftmaschinen (Gas-, Benzin- und Windmotoren) zurückgeht. Die Verteilung der Kraftmaschinen auf die verschiedenen Größen der Zentralen bringt die Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2.

Werke	Dampfturbinen u. Dampfmaschinen	Dieselmotoren	Wasserkraftanlagen	Sonstige
über 5 Mill kWh	43	25	6	1
0,5 ··· 5 Mill kWh	15	150	8	15
unter 0,5 Mill kWh	1	167	18	11
Landzentralen	1	532	81	89
Gesamtzahl der Maschinen	60	874	113	116
PS im ganzen	317 658	150 417	13 645	4 515

Von den insgesamt installierten 486 235 PS sind 65 % als Dampfanlagen, 31 % als Dieselanlagen und die restlichen etwa 4 % mittels sonstiger Kraftquellen installiert.

Wie bereits erwähnt, ist die schlechte Wirtschaftslage dadurch zum Ausdruck gekommen, daß der Zugang neuer Verbraucher geringer war als gewöhnlich. Besonders schwer fiel es den Landwirten, die durch die sinkenden Preise ihrer Exportwaren auf dem Weltmarkt stark gelitten haben, Geld für elektrische Anlagen aufzubringen. Für die Überlandversorgungen im

[1]) ETZ 55 (1934) S. 489.

ganzen genommen betrug die Steigung der Zahl der Lichtzähler nur etwa 2 %, während sie gewöhnlich 4,5 betrug, die Zahl der Kraftzähler ist nur um etwa 0,75 % gegen die normalen von 2,5 bis 3 % gestiegen. Bei den kleinen Landzentralen, wo der Anschluß eines neuen Verbrauchers sich prozentual stärker geltend macht, ist das Verhältnis ein noch augenscheinlicheres, da die Zahl der Lichtzähler im Jahre 1932/33 nur um etwa 2 % gegen etwa 11 % im Jahre 1931/32 stieg; die Zahl Kraftzähler stieg um etwa 2,5 % gegen etwa 4,5 % im Jahre 1931/32.

Im ganzen Lande ist die Zahl der Lichtzähler um etwa 2,7 % und die Zahl der Kraftzähler um etwa 2,4 % im Verhältnis zum Jahre 1931/32 gestiegen.

Ein erfreuliches Anzeichen ist jedoch darin zu erblicken, daß die Zahl der Zähler je 100 Einwohner sowohl in bezug auf Licht- als auf Kraftzähler im ganzen Lande im stetigen Steigen begriffen ist.

Der Strombezug wurde von den ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnissen unverkennbar stark beeinflußt. Die Einschränkungen beim Viehbestand wirkten sich natürlich auch auf den Elektrizitätsverbrauch im ungünstigen Sinne aus. Auch der Verbrauch zum Dreschen wurde geringer als gewöhnlich, weil die Ernte an vielen Orten des Landes ungewöhnlich trocken unter Dach gebracht werden konnte. Um einem zu starken Rückgang des Verkaufs entgegenzuarbeiten und um die Wirkungen der Krisis zu mildern, wurden an vielen Orten die Preise der Elektrizität herabgesetzt, oder aber die Tarife wurden geändert. In dieser Beziehung wurden die weitgehendsten Maßnahmen innerhalb des Versorgungsgebiets des Schleswigschen Hochspannungswerkes getroffen, wo man nunmehr in den meisten der angeschlossenen Genossenschaften einen Tarif mit gewissen, den festen jährlichen Kosten entsprechenden, festen Gebühren und einen verhältnismäßig niedrigen Preis je kWh (7 bis 8 øre = 4 bis 4,5 Rpf) eingeführt hat, wobei der Preis bei Verbrauch der Elektrizität für Licht, Kraft, oder Wärme der gleiche bleibt. In Schleswig herrschte allgemeine Zufriedenheit mit diesen Preissätzen, die sich im Laufe der Jahre in einen stark steigenden Verbrauch und stetig abnehmende Kosten je erzeugte kWh ausgewirkt haben.

An anderen Orten hat man einen verhältnismäßig hohen Preis je kWh für einen gewissen, im voraus festgesetzten Mindestverbrauch beibehalten und kräftige Rabattsätze für den Mehrverbrauch eingeführt. Bemerkenswert ist, daß die Preisermäßigungen hauptsächlich in den Werken stattgefunden haben, welche als Genossenschaften organisiert sind. In den den Gemeinden gehörenden Werken hat man einen anderen Standpunkt zur Tariffrage eingenommen. Hier wurde es häufig versucht, die versagenden Steuereinnahmen durch eine kräftigere Ausnutzung der den Gemeinden gehörenden Betriebe zu fördern, wobei insbesondere die Elektrizitätswerke als die einträglichsten herhalten mußten. Man begegnet daher innerhalb dieser Gruppe sogar Erhöhungen des Elektrizitätspreises. Dies ist beispielsweise in Kopenhagen der Fall, wo der Lichtpreis um 2,8 Rpf und Odense, wo der Kraftpreis ebenfalls um 2,8 Rpf erhöht worden ist.

Über den Einfluß der Tarifpolitik auf den Verkauf läßt sich schwerlich mehr sagen, als daß ein niedrigerer Preis den Verkauf fördert, wogegen ein höherer Preis ein Hemmnis darstellt. Im großen und ganzen läßt sich jedoch feststellen, daß die Steigung des Verkaufs in den meisten Werken, welche die Preisermäßigung eingeführt haben, nicht genügte, um die Wirkung der Ermäßigung aufzuheben. Die betreffenden Werke hatten somit einen Rückgang der Einnahmen zu verzeichnen. Von den 140 Stadt- und Überlandzentralen haben 42 eine Ermäßigung der Lichtpreise oder Preissätze eingeführt, welche zur Anregung des Verkaufs beitragen sollten. In 40 % dieser Zentralen hat es sich herausgestellt, daß der Verkauf je Zähler trotz der Krisis gestiegen ist. In 30 % derselben hat sich der Verkauf konstant gehalten, und in 25 % ist der Verkauf trotz der Preisermäßigung zurückgegangen. (Bei 5 % fehlen Aufschlüsse zur Beurteilung der Sachlage.)

In den beiden letzteren Fällen fand natürlich ein Rückgang der Einnahmen statt. Im ersteren Falle war die Einnahme in 6 Werken die gleiche oder höher, in 36 Werken dagegen geringer. Beim Kraftverbrauch machen ähnliche Verhältnisse sich geltend. In Kopenhagen hat der Verkauf sich gleichbleibend auf 236 kWh je Zähler gehalten, während die Einnahme durch den Lichtverkauf infolge der Preiserhöhung von etwa 8,5 Mill RM auf etwa 10 Mill RM gestiegen ist. Von den 343 Landzentralen haben 107 Ermäßigungen des Lichtpreises vorgenommen. In 48 derselben ist der Verkauf je Zähler dennoch zurückgegangen, in den übrigen hat der Verkauf sich gehalten oder ist gestiegen. Nur in fünf Fällen genügte die Steigerung, um einen Rückgang der Einnahmen zu verhindern. 111 Werke haben den Kraftpreis ermäßigt, in 70 Werken hatte dies zur Folge, daß der Verkauf je Zähler auf gleicher Höhe blieb oder gestiegen ist. Nur in 13 Fällen war indessen die Steigerung genügend, um einen Rückgang der Einnahmen zu hindern.

Für die verschiedenen Arten der Werke verteilt sich der Verkauf im Jahre 1932/33 nach Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3.

	Licht Mill kWh	Kraft Mill kWh	Wärme Mill kWh	im ganzen Mill kWh
die Hauptstadt . .	etwa 65	etwa 86	—	151
Stadtversorgungen .	„ 51	„ 71	etwa 0,6	122
Überlandversorgungen	„ 27	„ 56	„ 11,5	94,5
Landversorgungen .	„ 6,5	„ 9	—	15,5
Im ganzen Lande .	etwa 150	etwa 222	etwa 12	384

Ein Vergleich mit den entsprechenden Zahlen des Vorjahres zeigt, daß die Steigerung des Lichtverkaufs in der Hauptstadt nur etwa 2,5 % gegen etwa 6 % des Vorjahres betrug. Bei den Stadtversorgungen betrug die Steigerung 3 % gegen etwa 7,5 %, in den Überlandzentralen etwa 5 % gegen etwa 6 % und in den Landzentralen etwa 2 % gegen etwa 8 % im Jahre 1931/32. Die Zunahme des Kraftverkaufs betrug in der Hauptstadt etwa 4 % gegen 5,5 % im Jahre 1931/32. Die übrigen Stadtversorgungen zeigen eine Zunahme des Kraftverkaufs von etwa 6 % gegen 5 % im Jahre 1931/32, während die Überlandzentralen einen Rückgang des Verkaufs von etwa 4,5 % gegen eine Zunahme des Vorjahres von 2 % zu verzeichnen haben. Die Landzentralen weisen eine Zunahme von 3 % gegen die normalen etwa 10 % auf. Im ganzen Lande betrug die Zunahme des Lichtverkaufs etwa 3,4 % gegen 6,1 % im Jahre 1931/32; die Zunahme des Kraftverkaufs betrug etwa 2,4 % gegen 4,2 %.

Von besonderen Verbrauchern seien die Straßenbahnen und die Straßenbeleuchtungen erwähnt. Es gibt Straßenbahnen in der Hauptstadt, sowie in den Städten Aarhus und Odense. Der Anschluß wird auf im ganzen etwa 34 000 kW geschätzt, wovon die 31 000 kW auf die Hauptstadt entfallen. Der Verkauf betrug im Berichtsjahre etwa 23,5 Mill kWh in der Hauptstadt und etwa 1,5 Mill in Aarhus und Odense. In der Hauptstadt ist der Verkauf um etwa 1,3 Mill kWh gegen 1931/32 zurückgegangen, was sicher im wesentlichen dem Umstand zuzuschreiben ist, daß das Fahrgeld der Straßenbahnen Anfang des Jahres um 2,8 % erhöht wurde.

Bei der Straßenbeleuchtung ist ein guter Fortgang zu verzeichnen. Der Anschluß für das ganze Land wird auf etwa 5000 kW gegen 4600 kW im Jahre 1931/32 geschätzt. Hiervon wurden in der Hauptstadt allein etwa 2100 kW angeschlossen. Der Verkauf betrug etwa 12,7 Mill kWh (hiervon etwa 6,5 Mill kWh in der Hauptstadt) gegen etwa 11,6 Mill kWh im Jahre 1931/32, d. h. eine Zunahme von etwa 8 %.

Nachstehend wird eine kurzgefaßte Übersicht über die wichtigsten der im Laufe des Jahres vollführten Neubauten gegeben, wobei im übrigen auf den vorjährigen Aufsatz[2]) verwiesen wird, der auch eine Karte über die größeren Hochspannungsleitungen und Zentralen in Dänemark enthält, und in welchem auch über das Zusammenarbeiten der verschiedenen Werke berichtet wird.

Für Seeland sei erwähnt, daß die Erweiterung des größten dänischen Werkes, des H. C. Ørsted-Werkes in Kopenhagen, das ursprünglich im Sommer 1932 fertig gebaut sein sollte, dessen Ausbau damals aber aus wirtschaftlichen Gründen auf 1933 verschoben wurde, im Laufe des Sommers 1933 beendet und in Betrieb gesetzt wurde. Die als Sektion 3 bezeichnete Erweiterung umfaßte

[2]) ETZ 55 (1934) S. 489.

die Aufstellung von zwei Parson-Turbogeneratoren mit 36 000 kW als Höchstbelastung (wirtschaftliche Belastung 25 000 kW) nebst dazugehöriger Kesselanlage, bestehend aus 8 Kesseln von je 1597 m² Heizfläche. Der Dampfdruck ist wie bei der Sektion 2 des Werkes 25 kg je cm², die Dampftemperatur 400 ° C. In einem besonderen Gebäude ist ferner ein Dieselmotor mit dazugehöriger Hilfsmaschinenanlage aufgestellt. Der Dieselmotor ist etwa 50 % größer als der bisher größte Dieselmotor der Welt; seine Umdrehungszahl ist 115 min, und er ist gekuppelt mit einem Generator von 15 000 kW bei $\cos \varphi = 0{,}8$. Der Maschinensatz ist zur Spitzenbelastungsmaschine bestimmt. Jedes der Turboaggregate sowie das Dieselaggregat ist mit einem Transformator von 6/30 kV versehen, da die primäre Hochspannungsverteilung in Kopenhagen mit 30 kV erfolgt. Im Anschluß an die Erweiterung ist eine neue Kohle- und Aschenförderanlage, ein neuer Ein- und Austrittskanal für Kühlwasser mit Reinigungsanlage, sowie eine neue Hochspannungsverteilungsanlage ausgeführt. Im Werk sind jetzt im ganzen 122/151 MW installiert.

Auch in den übrigen größeren Werken auf Seeland wurden im Laufe des Berichtsjahres eine Reihe wichtiger Erweiterungen ausgeführt. Von Kamstrup bei Roskilde ist eine Leitung nach einem etwa 3 km von Ringsted entfernten Punkt geführt, wo eine neue Kupplungsstation gebaut worden ist. Von dort wurde eine Leitung nördlich von Slagelse nach Kallundborg, sowie eine Leitung in südöstlicher Richtung zum Transformatorenwerk Haslev geführt, das erweitert wurde. Nach der Vollführung dieser Leitungen sind sämtliche große seeländische Werke mit einem 50 kV-Ringsystem verbunden.

Die Leitung von Roskilde nach Ringsted ist gemeinsam für die Überlandzentralen Südostseelands und Nordwestseelands (SEAS und NVE) und mit 120 mm² ausgeführt, während die Leitungen Ringsted—Kallundborg und Ringsted—Haslev mit 70 mm² gebaut sind. Im Versorgungsgebiet von SEAS ist eine 50 kV-Leitung von Haslev nach Köge gebaut, woselbst ein 50 kV-Transformatorenwerk aufgeführt ist. Dies geschah mit der Begründung, daß die 10 kV-Leitungen in diesem Gebiet allmählich stark überbelastet waren, wodurch ein bedeutender Verlust entstanden sei. Es wird angegeben, daß der Verlust nach der Inbetriebsetzung der neuen Leitung im übrigen Netz um etwa 300 000 kWh jährlich verringert wurde.

Das Zusammenarbeiten zwischen den größeren seeländischen Werken ist weit vorgeschritten, da sie sämtlich an das oben erwähnte 50 kV-Ringsystem angeschlossen sind, das wiederum durch unter dem Öresund geführte Kabel mit den großen Wasserkraftzentralen in Südschweden (Sydsvenska Kraftaktiebolag) verbunden ist. Dieser Fortschritt gilt sowohl für die Hauptstadt als auch für die drei großen Überlandzentralen NESA, SEAS und NVE, sowie für die Werke mehrerer seeländischer Provinzstädte. Ferner arbeiten die Hochspannungswerke auf Lolland und Falster mit den seeländischen Werken zusammen. Es erregte daher Aufsehen in elektrotechnischen Kreisen, als man erfuhr, daß im Laufe des Jahres zwischen zwei der größeren mittelseeländischen Provinzstädte (Sorö und Slagelse), die dem 50 kV-Ring nicht angeschlossen waren, ein Vertrag über den Bau einer 25 kV-Verbindungsleitung zwischen den beiden Städten geschlossen war. Hierbei wurden die Möglichkeiten eines Zusammenarbeitens mit den übrigen Werken des 50 kV-Systems anscheinend keiner näheren Prüfung unterzogen. Man erfuhr gleichzeitig, daß Pläne über eine Ausdehnung dieses Zusammenarbeitens dahin vorlagen, daß auch die Städte Korsör und Ringsted mit eingeschlossen werden sollten. Im letzteren Fall würde die Verbindungsleitung nach Ringsted parallel zur obenerwähnten neuen 50 kV-Leitung von Ringsted über Slagelse nach Kallundborg geführt werden. Es mag zweifelsohne als außerordentlich unangenehm bezeichnet werden, daß einige Provinzwerke so imstande sind, eine durch viele Jahre festgelegte Richtlinie zu durchkreuzen. Es ist zu hoffen, daß die im vorjährigen Aufsatz erwähnten Pläne der Bildung eines Elektrizitätsrates, dem alle Entwürfe über Erweiterungen, abgesehen von den natürlichen Versorgungsgebieten der verschiedenen Werke, zu unterbreiten sind, einen planmäßigeren Ausbau der Elektrizitätsversorgung des Landes gewährleisten.

Auf Fünen wurden keine Erweiterungen von Belang vorgenommen. Das Elektrizitätswerk Odense, das größte der Insel, erstreckt seine Hochspannungsleitungen immer weiter über die Insel hinaus. Zur Zeit besteht ein Zusammenarbeiten zwischen den Werken der Städte Assens, Bogense, Kerteminde und Nyborg. Die Verbindungsleitung zwischen Odense und Assens wurde im Laufe des Jahres teilweise umgebaut.

In Jütland kann nur das Schleswigsche Hochspannungswerk von größeren Erweiterungen der Anlagen berichten. Hier wurde eine neue 60 kV-Leitung von der Hauptzentrale in Apenrade nach Sonderburg gebaut. Die Länge der Leitung ist 25 km; auf einer Strecke von 3 km ist dieselbe auf mit der Flensburg-Leitung gemeinsamen Masten geführt. Die Leitung ist mit 50 mm² Kupfer ausgeführt; unter dem Alsensund ist ein Unterseekabel, 3 × 95 mm², 525 m in einer Länge gelegt. In Sonderburg wurde ein 4000 kVA-Transformator, 60/15 kV, aufgestellt.

Die neue Leitung ist im Freilufttransformatorenwerk in Apenrade in das Kabelfeld eingeschaltet, das bisher die Flensburg-Leitung versorgte. Für letztere Leitung wurde ein neues, größeres Kabelfeld gebaut. Das 60 kV-Hochspannungsnetz in Schleswig hatte zu Anfang des Jahres einen solchen Umfang genommen, daß die in Rendsburg von den Vereinigten Großkraftwerken aufgestellte Löschspule den Erdschlußstrom nicht mehr zu kompensieren vermochte. Im Laufe des Jahres wurde daher eine neue Löschspule im Freiluftwerk in Apenrade aufgestellt. Der Erdschlußstrom für das jetzige 60 kV-Netz des Schleswigschen Hochspannungswerkes beträgt etwa 47 A; die neue Löschspule ist für maximal 75 A mit Abstufungen für 60, 50 und 35 A ausgeführt. Schließlich ist im Werk ein neuer 60 kV-Transformator, 15 000 kVA, aufgestellt. Für Jütland sei erwähnt, daß im Laufe des Jahres Pläne für ein Zusammenarbeiten einer ähnlichen, mehr örtlichen Art, wie von einigen mittelseeländischen Städten vorstehend erwähnt, zwischen den jütländischen Provinzstädten Kolding, Fredericia, Horsens und Vejle zur Sprache gebracht wurden.

Auch dieser Plan wurde in der Fachpresse lebhaft erörtert, da die Verwirklichung eines solchen Planes in den im vorjährigen Aufsatz erwähnten Plan einer ostjütländischen Sammelschiene stark eingreifen wird. Es hat sich leider gezeigt, daß die vier Provinzstädte nicht geneigt waren, diesen Plan in ihren Entwürfen zu berücksichtigen, da sie der Meinung sind, daß derselbe für sie ohne Interesse ist. Die Sache ist für die Frage eines künftigen Zusammenarbeitens zwischen den jütländischen Großzentralen von größter Bedeutung. Falls die erwähnte Leitung für eine niedrigere Spannung (25 kV) als die für die „ostjütländische Sammelschiene" geplanten 60 kV gebaut wird, muß somit der Gedanke an eine solche Schiene auf lange Zeit hinaus begraben werden. Noch ist keine Entscheidung in der Angelegenheit getroffen; in diesem Falle wäre es zweifelsohne auch von Bedeutung, den Plan einer eingehenden Prüfung durch den in Aussicht genommenen Elektrizitätsrat zu unterziehen.

Bevor eine abschließende Übersicht über die finanziellen Verhältnisse im Berichtsjahr gegeben wird, seien noch die verschiedenen, im Laufe des Jahres angenommenen Gesetzmaßnahmen kurz erwähnt, welche die Wirtschaftslage der Elektrizitätswerke beeinflußt haben. Es sei hier vor allem erwähnt, daß das Gesetz über die Aufhebung der Golddeckung, das im September 1931 angenommen wurde, eine starke Entwertung der dänischen Krone zur Folge hatte, was sich für die Elektrizitätswerke besonders dahin ausgewirkt hat, daß die Kosten für den Einkauf von Öl und Kohle gestiegen sind. Auch die Einfuhr von Wasserkraftelektrizität aus Schweden wurde verteuert, weil Differenzen zwischen den schwedischen und dänischen Lieferungen, welche, wie erwähnt, etwa 48 Mill kWh betragen, vertraglich in schwedischen Kronen verrechnet werden. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß im April 1933 ein Handelsvertrag zwischen England und Dänemark geschlossen wurde, demzufolge Dänemark sich verpflichtet, mindestens 80 % seiner Kohleneinfuhr aus Großbritannien zu beziehen. Von einer gewissen Bedeutung für die Elektrizitätswerke ist ferner das im Februar 1932 angenommene Gesetz über die Begrenzung der Einfuhr und Errichtung des Devisenamtes, der sogen. Valutazentrale. Diesem Gesetz zufolge wird zur Einfuhr jeder Ware aus dem Ausland eine vom Staat ausgefertigte Devisenbewilligung benötigt. Derartige Bewilligungen werden vorzugsweise für die Einfuhr der in Exportbetrieben oder sonstigen, ausländische Devisen einbringenden

Betrieben notwendigen Rohstoffe und Erzeugungsmittel und ferner für die Einfuhr von Rohstoffen zur Aufrechterhaltung produktiver Betriebe im Inlande erteilt. Für die Elektrizitätswerke hat die Begrenzung der Einfuhr einer Reihe der für dieselben wichtigen Waren (Kupfer, Gummi, Eisen, elektrische Apparate usw.) unvermeidlich hemmend auf den Bau der Anlagen gewirkt. Andererseits muß zugegeben werden, daß eine Reihe einheimischer Industriezweige im Schutze der Valutazentrale aufgeblüht ist, was selbstverständlich einen erhöhten Strombezug zur Folge hatte.

Von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke ist das im April 1933 angenommene Gesetz der Zinsherabsetzung. Diesem Gesetz zufolge darf der Einlagezins in Geldinstituten nicht 3½ % übersteigen, der Darlehnszins muß entsprechend herabgesetzt werden. Bereits im Berichtsjahre hat dieses Gesetz für eine Reihe von Elektrizitätswerken, welche Darlehen in Banken und Sparkassen haben, eine willkommene Verringerung der festen Ausgaben zur Folge gehabt. Anderseits aber bewirkt das Gesetz, daß die flüssigen Mittel, welche die Gesellschaften in diesen Geldinstituten haben, entsprechend niedriger verzinst werden. Den von Versicherungsgesellschaften finanzierten Elektrizitätswerken war es nicht möglich, einen entsprechenden Zinsnachlaß zu erzielen.

Über die finanziellen Verhältnisse im Berichtsjahr sei noch folgendes angeführt:

Das gesamte Anlagekapital der öffentlichen Elektrizitätswerke in Dänemark kann auf etwa 300 Mill RM geschätzt werden. Seit 1931/32 ist es um etwa 14 Mill RM erhöht worden, wovon etwa 8,5 Mill auf die Hauptstadt entfallen. Vom Anlagekapital sind etwa 44 % abgeschrieben worden, so daß der Buchwert auf etwa 165 Mill RM geschätzt werden kann.

Für die Stadt- und Überlandzentralen betrugen die Gesamteinnahmen während des Berichtsjahres etwa 55 Mill RM, hiervon entfielen 27 Mill RM auf Licht, etwa 10 Mill RM auf Kraft, etwa 4,5 Mill RM auf besondere Verbraucher (Straßenbahnen, Straßenbeleuchtung), etwa 1,5 Mill RM auf Wärme u. dgl. und etwa 5,5 Mill RM auf feste Abgaben und Zählermiete.

Die gesamten Betriebskosten betrugen etwa 21,5 Mill RM, wovon 3,3 Mill RM für Brennstoff, 5,4 Mill RM für den Kauf von Strom und 6 Mill RM für Löhne verwendet wurden. Hierzu kommen noch die Kosten für Zinsen in Höhe von etwa 10 Mill RM, im ganzen etwa 32 Mill RM. Von der Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben, etwa 23 Mill RM, sind etwa 13 Mill RM für Rücklagen, Tilgung und Neubauten u. dgl. verwendet worden, während die restlichen 10 Mill RM den Überschuß darstellen.

Die Einnahmen der Landzentralen betrugen etwa 3,0 Mill RM, die Ausgaben etwa 1,5 Mill RM. Die durchschnittliche Einnahme je kWh ist in der Hauptstadt (infolge der Preiserhöhung für das Licht) um etwa 5¼ % im Verhältnis zu 1931/32 gestiegen, während die durchschnittliche Einnahme für die übrigen Stadt- und Überlandversorgungen um 5 bis 10 % zurückgegangen ist. Die Durchschnittseinnahme betrug in den größten Werken etwa 10 Rpf je kWh, in den kleinsten etwa 20 Rpf je kWh. In der Hauptstadt beträgt sie 10 Rpf je kWh. Die Durchschnittsausgaben einschließlich der Kosten für Zinsen, jedoch ausschließlich Abschreibungen, betragen etwa 3,5 Rpf je kWh in der Hauptstadt, etwa 6,5 Rpf je kWh in den größeren Stadt- und Überlandzentralen und etwa 14,5 Rpf je kWh in den kleinsten Werken.

Zusammenfassung.

Es ergibt sich, daß die Weltkrisis auch in dem Betrieb der öffentlichen Elektrizitätswerke in Dänemark sich bemerkbar gemacht hat. Die Steigerung im Licht- und Kraftverbrauch für das ganze Land hat zwar nicht nachgelassen, ist aber geringer als früher, desgl. der Zugang neuer Verbraucher. Um den Verbrauchern die Abnahme und den Verkauf zu erleichtern, sind — insbesondere bei den Genossenschaften — Preisermäßigungen eingeführt. Das wirtschaftliche Jahresergebnis ist geringer geworden. Einzelne städtische Werke haben ihre Tarife erhöht.

Die Durchschnittseinnahme je kWh ist für die Hauptstadt — wo der Lichtpreis erhöht wurde — um 5¼ % gestiegen, während sie für die übrigen Stadt- und Überlandzentralen um 5 bis 10 % zurückging.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]. — Nach den Angaben des Statistischen Reichsamts haben die erfaßten, vorwiegend öffentlichen 122 Elektrizitätswerke 1935 insgesamt 19,1 Mrd kWh erzeugt und damit das Ergebnis von 1934 (16,8 Mrd) um 14 % und das von 1929 (16,9 Mrd) um 13 % übertroffen. Der Verbrauch der von 103 Werken belieferten gewerblichen Abnehmer ist 1935 gegen das Vorjahr um 13 %, der Anschlußwert um 4 % gestiegen. In den Abb. 1 und 2 haben wir den monatlichen Verlauf der Erzeugung und des Verbrauchs dargestellt. *fm.*

Abb. 1. Stromerzeugung von 122 Elektrizitätswerken 1934/35.

Abb. 2. Gewerblicher Stromverbrauch bei 103 Elektrizitätswerken 1934/35.

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 131.

621. 311. 1. 008 (44) : 621. 317. 8 **Ein Fortschritt in der planmäßigen Organisation der Elektrizitätswirtschaft in Frankreich.** — Die gesetzliche Verordnung der französischen Regierung vom 16. 7. 1935 über die Senkung von Strompreisen[1]) erscheint bei eingehender Untersuchung als die erste wichtige Maßnahme, die die Elektrizitätsversorgung in Frankreich zur wirklich gemeinnützigen Gestaltungslinie der gesamten Volkswirtschaft erheben will. Während manche Kritik von seiten der Verteidiger des Prinzips der Privatunternehmung gegen sie erhoben wird, wird sie von allen Anhängern einer geregelten Volkswirtschaft begrüßt: So sieht L. Mélot die genügende Rechtfertigung des in der Verordnung zum Ausdruck kommenden Einschreitens der öffentlichen Macht in die Privatindustrie darin, daß die Elektrizitätswirtschaft eine gemeinnützige Ausbeutung des Landesreichtums sein soll und als solche nicht der ungeregelten Privatindustrie überlassen werden kann. Er schlägt sogar vor, auch die Wasser- und Gasverteilung einer ähnlichen gesetzlichen Regelung zu unterwerfen. Die gesetzliche Verordnung vom 16. 7. 1935 bringt dem Verbraucher erstens die Preisermäßigung, zweitens eine günstigere Tarifformung. Vom allgemeinen Standpunkt aus ist viel wichtiger der Umstand, daß der Verteiler, der bis jetzt beim Ansuchen zur Erhaltung der Konzession seine Stromtarife nach der eigenen Berechnung und Schätzung vorzuschlagen hatte und die Ermächtigung in fast jedem Falle erhielt, künftig die festgesetzten, von der Bevölkerungsdichte abhängigen Höchstpreise beobachten muß. Ist der Verteiler nicht gleichzeitig Stromerzeuger, so ist er gegenüber seinem Stromlieferanten durch die Hochspannungs-Höchstpreise gewissermaßen gedeckt. Sein Gewinn ist durch den Unterschied zwischen den Hoch- und Niederspannungs-Höchstpreisen begrenzt, was als ein Ausgleich gegenüber den Vorteilen, die ihm seine Monopollage gewährt, angesehen werden muß, und was zur Vernichtung der zahlreichen, nur für rein finanzielle Zwecke gegründeten Zweigunternehmungen führen soll. Der Verteiler kann zur Deckung seiner Verluste eine finanzielle Unterstützung und im äußersten Falle den Ankauf seiner Konzession verlangen. Zur Übernahme seines Verteilungsnetzes ist in diesem Fall der Verteiler höherer Ordnung, der Verteiler mit öffentlichem Recht, verpflichtet. Dieser muß außerdem künftig jede in seinem Bereich liegende Ortsverteilungskonzession übernehmen, falls die Gemeinde es verlangt. Dadurch soll eine Vereinheitlichung und ein Zusammenschluß von kleineren Netzen in größeren Unternehmungen bei gleichzeitiger Abschaffung der heutigen zerstreuten Lage erzielt werden. Auch für die Fernleitungsunternehmungen läßt das neue Gesetz noch viel zu wünschen übrig, denn das Prinzip der Übertragungstarife[2]), die den Strompreis beim Abnehmer oder Ortsverteiler bedeutend verteuern, wurde noch nicht abgeändert. Dem Wasserkrafterzeuger bringt die in Frankreich von der Regierung angeordnete allgemeine Ermäßigung des Kapitaldienstes um 10 % einen gewissen Ausgleich gegenüber der Hochspannungs-Strompreisermäßigung. Wichtig ist auch in dem neuen Gesetz die Möglichkeit, die sich die Regierung zu einer weiteren ständigen Regelung der Elektrizitätswirtschaft vorbehalten will: die Strompreise können künftig nicht nur indirekt durch den Elektrizitätsindex beeinflußt werden, auch die Höchstpreise können in Zukunft durch bloße Ministerialverordnungen nach den Vorschlägen des Obersten Elektrizitätsrates abgeändert werden.

Vergleicht man das neue französische mit dem viel älteren englischen Elektrizitätsgesetz[2]), so kann folgendes festgestellt werden: Während das englische Gesetz nur den Ortsverteiler kennt, geht das französische Gesetz bis zu den einzelnen Verbrauchern herab. Die Methode des Einschreitens der öffentlichen Macht ist in England eine experimentelle (Ausschaltung der unwirtschaftlichen Kraftwerke, einheitliche Energieverteilung in einem einzigen Landesverteilungsnetz), während sie in Frankreich eine rein verwaltungsmäßige ist (durch Inkraftsetzung von geregelten Strompreisen). Was die Durchführung des Programms anbelangt, so besteht in England das Zentralamt für Elektrizität, das den Charakter einer Privatunternehmung besitzt und von einem nur achtgliedrigen Verwaltungsrat geleitet wird. In Frankreich ist dagegen eine ständige Aufsicht des Staates zwecks Einhaltung der den Privatunternehmungen auferlegten Bedingungen vorgesehen, wozu der Regierung der 75 Glieder zählende Oberste Elektrizitätsrat zur Hilfe steht. Vom technischen Standpunkt aus greift natürlich das englische Gesetz durch die Stillegung von unwirtschaftlichen Kraftwerken und durch den Ausbau des Landesverteilungsnetzes viel tiefer in die Elektrizitätswirtschaft ein als in Frankreich, wo die Umgruppierung bei gleichzeitiger Abschaffung von unwirtschaftlichen Verteilungsnetzen automatisch durch die geregelte Tarifpolitik herbeigeführt werden soll. Grundsätzlich ist auch der Unterschied in der Festsetzung der Strompreise, denn in England ist ein einheitlicher, für 10 Jahre geltender fester Strompreis für den Ortsverteiler festgestellt worden, während in Frankreich die ganze Tarifpolitik auf den Höchstpreisen für den Verbraucher beruht, deren Erhöhung oder Ermäßigung künftig von dem überwiegenden Einfluß, welchen die Verteidiger der Erzeuger oder der Verbraucher im Obersten Elektrizitätsrat erreichen könnten, abhängen kann. Dieser Umstand führt zu einer Unsicherheit, und es ist nach Ansicht des Autors wünschenswert, daß man nach einer Zeit der Umgruppierung und nach einer Vervollständigung der getroffenen Maßnahmen auch auf dem Gebiete der Fernleitungsunternehmungen zu einer größeren Stabilität der Strompreise in Frankreich gelangt. [L. Mélot, Electricien 66 (1935) S. 462, 488.] *-ak.*

[1]) ETZ 56 (1935) S. 1183, 1338.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 1338.

621. 316. 262. 003 **Richtlinien für den Bau von Ortsnetz-Transformatorenstationen.** — Es wird der Versuch gemacht, eine Einheitsausführung für Ortsnetz-Transformatorenstationen zu ermitteln. Die Arbeit ist auf Ergebnisse einer Nachfrage bei 24 Werken mit ausgedehnten Mittelspannungsnetzen aufgebaut und erstreckt sich auf Stationen für eine Transformatorenleistung bis 150 kVA mit einer Oberspannung bis zu 20 kV, die als Endstationen oder Durchgangsstationen errichtet sind. Die bis in die Einzelheiten gehenden Angaben der Werke über die Ausführung von Gebäuden, Hoch- und Niederspannungseinrichtungen sind in Bildern und Zahlentafeln zusammengefaßt. Mit Hilfe der sich hieraus ergebenden Mittelwerte ist eine Einheitsstation in zwei Ausführungsarten zeichnerisch dargestellt. Schließlich sind als mittlere Kosten für eine solche Station angegeben: 1150 RM für den baulichen Teil, 1100 RM für den elektrischen Teil. Diese Summen werden mit geringen Abweichungen von einer Reihe von Werken eingehalten, die an den verschiedensten Stellen Deutschlands bauen. Diese Kosten enthalten keine Aufwendung für den Transformator sowie auch nicht für Verwaltung, Entwurf und Bauüberwachung. Der Aufsatz bietet für diejenigen Werke, die heute noch höhere Ausgaben für ihre Ortsnetzstationen haben, Hinweise für eine Verbilligung. [Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 446.] *Klm.*

AUS INDUSTRIE, HANDEL UND GEWERBE.

Jubiläen. — 50 Jahre Voigt & Haeffner. Im Jahre 1886 eröffneten die Ingenieure Jacob Staudt und Heinrich Voigt ein Unternehmen, das sich mit nur wenigen Arbeitern mit der Herstellung elektrischer Starkstrom-Schaltapparate befaßte. Im Verlaufe der gleichzeitig einsetzenden Aufwärtsentwicklung der Elektrotechnik gelang es dem Unternehmen, sein Tätigkeitsfeld weiter auszubauen und sich durch die Qualität seiner Erzeugnisse sowie durch eine rege erfinderische Tätigkeit einen Namen in der Fachwelt zu schaffen.

Um die Jahrhundertwende wurde die Firma in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Sie ist in ihrem ursprünglichen Arbeitsgebiet, der Herstellung elektrischer Starkstrom-Schaltapparate, treu geblieben und darf daher heute als das älteste Unternehmen seiner Art in Deutschland angesprochen werden. Die später einsetzende Entwicklung der Hochspannungstechnik sah die V. & H. AG. wieder an hervorragender Stelle. Viele ihrer Konstruktionen sind im Laufe der Zeit richtungweisend gewesen.

Im Jahre 1927 wurde die im Jahre 1896 gegründete Prometheus G. m. b. H. der V. & H. AG. eingegliedert. Auch hier handelt es sich um eines der ältesten Unternehmen auf dem Arbeitsgebiet der Elektrowärmetechnik.

Nach einer Zeit stürmischer Aufwärtsentwicklung erlitt die V. & H. AG. im Zusammenhang mit dem im Jahre 1928 einsetzenden Konjunkturrückgang empfindliche Rückschläge. Mit der Wende des Jahres 1933 setzte jedoch eine langsame aber stetige Besserung der Umsätze ein, die am deutlichsten

in der Erhöhung der Zahl der Werksangehörigen zum Ausdruck kommt. Sie konnte auf 3200 gegenüber 1300 im Jahre 1932 gesteigert werden. Um die Aufwärtsentwicklung weiter zu fördern, die den vollen Einsatz aller zur Verfügung stehenden Kräfte notwendig macht, hat die Firma bei ihrem 50jährigen Jubiläum von besonderen Feierlichkeiten abgesehen.

Die Firma Wagner G. m. b. H., Eßlingen a. N., feiert in diesem Jahr ihr 400jähriges Bestehen. Durch vierzehn Generationen hat sich in der Familie Wagner das Kupferschmiedehandwerk vom Vater auf den Sohn vererbt. Von ihren Erzeugnissen ist u. a. die Herstellung von Elektrogeschirren für elektrische Herde bemerkenswert.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

7,5 Mill Rundfunkhörer in Deutschland. — Die um die Jahreswende als Auswirkung des Weihnachtsgeschäftes eintretende Aufwärtsbewegung der Rundfunkhörerzahl hat sich auch dieses Jahr kräftig durchgesetzt. Nachdem im Oktober 1935 6,65 Mill Rundfunkteilnehmer angemeldet waren, stieg ihre Zahl im Dezember auf 6,99 Mill, überschritt im Januar die 7-Millionen-Grenze (Zahlentafel 1) und beträgt gegenwärtig 7 524 000. Gegenüber dem März 1933 (4,48 Mill) ist damit im Verlauf dreier Jahre die Rundfunkhörerzahl um 3 Mill gewachsen. Auf 1000 Einwohner entfallen jetzt 114 Rundfunkteilnehmer, von 100 Haushaltungen besitzen 42,4 Haushaltungen ein Rundfunkempfangsgerät.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

Stichtag	Teilnehmer insgesamt	Teilnehmer auf 1000 Einwohner	Teilnehmer auf 100 Haushaltungen
1. Januar 1932	3 980 852	61,2	24,1
1. Januar 1933	4 307 722	66,2	25,9
1. Januar 1934	5 052 607	77,7	28,5
1. Januar 1935	6 142 921	93,0	34,6
1. Januar 1936	7 192 952	108,9	40,6
1. März 1936	**7 524 010**	**113,9**	**42,4**
1. März 1935	6 599 721	99,8	37,2
1. März 1934	5 364 557	81,2	30,3

Die Löhne in der deutschen Elektroindustrie. — Innerhalb der vom Statistischen Reichsamt vorgenommenen Erhebungen über die Arbeitsverdienste werden jetzt die Ergebnisse für die metallverarbeitende Industrie nach dem Stand vom August 1935 bekannt. Unter Trennung nach Facharbeitern, angelernten Arbeitern, Hilfsarbeitern und weiblichen Arbeitskräften wurde jeweils ein Drittel aller Beschäftigten statistisch erfaßt. Die hier wiedergegebenen Verdienste sind Durchschnitte aus den in Zeitlohn, Prämienlohn oder Stücklohn erzielten Einnahmen. Infolge Änderung der Erhebungsmethode sind die jetzt ermittelten Durchschnittsverdienste mit den Feststellungen früherer Jahre nicht vergleichbar.

Zahlentafel 1. Bruttostunden- und Bruttowochenverdienste in der metallverarbeitenden Industrie (August 1935)

Wirtschaftszweige	Männliche Facharbeiter		Angelernte Arbeiter		Hilfsarbeiter		Weibliche Arbeiter	
	Durchschnittlicher Bruttoverdienst							
	Stunde Rpf	Woche RM	Stunde Rpf	Woche RM	Stunde Rpf	Woche RM	Stunde Rpf	Woche RM
Insgesamt	*95,6*	*46,63*	*85,1*	*41,24*	*65,7*	*31,98*	*49,4*	*22,80*
Elektroindustrie	**104,0**	**50,16**	**91,6**	**43,60**	**73,1**	**34,94**	**54,5**	**25,00**
Eisen- u. Stahlwaren	82,9	39,95	80,0	37,72	57,3	27,51	42,9	19,87
Metallwaren	82,2	39,05	75,8	36,62	58,9	28,34	43,0	19,99
Maschinenbau	93,4	46,65	84,7	42,16	65,6	32,70	49,9	23,46
Kessel- u. Apparatebau	89,1	42,06	82,3	39,65	59,8	28,95	50,6	22,92
Stahl- u. Eisenbau	83,1	42,12	74,7	37,26	62,6	30,79	—	—
Schiffbau	94,2	46,49	81,3	40,60	61,4	29,55	—	—
Bau v. Land- und Luftfahrzeugen ..	102,4	49,01	92,4	43,78	72,3	35,06	52,6	23,50
Eisenbahnwagenbau.........	87,3	41,63	77,4	37,21	54,8	25,96	47,1	21,50
Optische u. feinmechanische Industrie .	100,7	49,75	86,2	40,80	68,4	33,55	50,2	23,57

Quelle: Wirtschaft und Statistik, 1936, Nr. 5.

Wie Zahlentafel 1 zeigt, sind die in der Elektroindustrie erzielten Verdienste, mit Ausnahme der angelernten Arbeiter, in sämtlichen Arbeiterkategorien höher als in allen anderen Zweigen der metallverarbeitenden Industrie. Männliche Facharbeiter gelangten zu einem Bruttostundenverdienst von 104,0 Rpf gegenüber 95,6 Rpf in der metallverarbeitenden Industrie insgesamt und 93,4 Rpf in dem allgemeinen Maschinenbau. Der Elektroindustrie am nächsten folgt die Fahrzeugindustrie sowie Feinmechanik und Optik.

Setzt man den Stundenverdienst der männlichen Facharbeiter in der elektrotechnischen Industrie gleich 100, so gelangt man für den angelernten Arbeiter zu 88,2 %, für den Hilfsarbeiter zu 70,3 % und für die weiblichen Arbeitskräfte zu 52,4 % der Verdienste des Facharbeiters. Bei Bewertung der gesetzlichen Abzüge vom Lohn läßt sich nur auf die gesamte metallverarbeitende Industrie zurückgreifen, wobei sich ergibt, daß Lohnsteuer, Bürgersteuer und Arbeitnehmerbeiträge zur Sozialversicherung wöchentlich im Durchschnitt 5,56 RM = 13,7 % betragen. Ebenfalls im Durchschnitt stellen sich die Beiträge des Unternehmers zur Sozialversicherung auf 2,88 RM je Woche.

Radio Corporation of America 1935. — Bei einer Steigerung der Roheinnahmen um 13,3 % und der Unkosten um 13,8 % erhöhte sich bei unveränderten Abschreibungen der Reingewinn des Konzerns von 4,25 auf 5,13 Mill Dollar (Abb. 1). Nach Verteilung der Dividende auf die Vorzugsaktien ergibt sich für die nennwertlosen Stammaktien ein Gewinn von 4,42 $ gegenüber 3,27 im Jahre 1934. Infolge der abgestoßenen Beteiligungen haben sich die flüssigen Mittel des Umlaufsvermögens erweitert, wie dementsprechend umgekehrt die Beteiligungen nur noch ein Drittel des Vorjahrsstandes betragen. Während des Jahres 1935 hat die RCA ihre Beteiligung an der Electric and Musical Industries, Ltd., London (E.M.I), vollständig verkauft, um den britischen Nationalisierungswünschen entgegenzukommen. Der Erlös betrug 10,23 Mill $. Weiterhin wurde die Hälfte der Beteiligung an der Radio-Keith-Orpheum Corporation (RKO) gegen 5 Mill an eine Bankengruppe abgestoßen, der bis zum 31. 12. 37 eine Option auf die restlichen 6 Mill zusteht.

Zahlentafel 1. Radio Corporation of America (einschl. Konzerngesellschaften).

Jahr	Aktienkapital[1]) Vorzugsaktien	Aktienkapital[1]) Stammaktien[2])	Anlagen	Beteiligungen[3])	Roheinnahmen	Reingewinn (+) Reinverlust (—)
	in 1000 $[4])					
1929	36 983	15 679	57 467	33 033	182 138	+ 15 893
1931	41 211	26 261	44 243	26 761	102 645	+ 769
1933	41 211	26 261	40 446	37 303	62 333	— 582
1934	41 211	26 261	39 326	30 995[5])	78 757	+ 4 249
1935	41 203	26 261	37 890	10 312	89 229	+ 5 127

[1]) Begebenes Aktienkapital.
[2]) Nennwertlos.
[3]) Einschl. Vorschüsse an Konzerngesellschaften.
[4]) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in RM nicht vorgenommen werden.
[5]) Von der Gesamtabnahme um 1,31 Mill $ entfallen auf die verminderte Beteiligung an der Radio-Keith-Orpheum Corporation allein 1,26 Mill $.

Aus dem Bericht der Gesellschaft über ihre verschiedenen Arbeitsgebiete ist für das Fernsehen erwähnenswert, daß nach einem Plan zunächst eine Sendestation errichtet, mehrere Fernsehempfänger hergestellt und damit Versuche hinsichtlich der technischen Leistung und der Programmbestimmung durchgeführt werden sollen. Für den Rundfunk wird auf die Einführung der Metallröhren hingewiesen, die zu Umstellungen in der Röhrenfabrikation führten. Im vergangenen Jahr sollen mehr als 40 % der von der amerikanischen Funkindustrie hergestellten neuen Empfänger mit Metallröhren bestückt worden sein. Die Fabrikationsreihe der Rundfunkempfänger reicht bei der RCA vom einfachsten Empfänger für 19,50 $ bis zur Luxusausführung von 600 $.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München,

der Hauptstadt der Bewegung,

vom 2. bis 4. Juli 1936.

Donnerstag, den 2. Juli 1936.

- 8 h Jungingenieur-Treffen.
- 9 h Vorstandssitzung Deutsches Museum.
- 10 h 30 m Vorstandsratsitzung Deutsches Museum.
- 14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
- 20 h Begrüßungsabend, gegeben von der Stadt München im Bürgerbräukeller.

Freitag, den 3. Juli 1936.

- 10 h Geschäftsitzung (Mitgliederversammlung) Deutsches Museum, Kongreßsaal.
  1. Begrüßung,
  2. Jahresbericht,
  3. Vorträge.
- 14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
- 20 h Gemeinsames Abendessen Deutsches Museum, Kongreßsaal.

Sonnabend, den 4. Juli 1936.

- 8 h Besichtigungen nach besonderem Zeitplan.
- 9 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.

Als besondere Veranstaltung des Gaues Südbayern: Gemeinsamer Ausflug ins Gebirge.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß für Freileitungen hat den nachstehend wiedergegebenen Entwurf 1 zu Änderungen an

VDE 0210/1934 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F."

aufgestellt.

Ferner wird nachstehend ein Entwurf 1 zu einer Änderung an

VDE 0215/1927 „Merkblatt über die Zerstörung von Holzmasten durch Käferlarven"

bekanntgegeben.

Einsprüche gegen diese Entwürfe sind bis zum 15. Mai 1936 in doppelter Ausfertigung bei der Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Der Ausschuß gibt nachstehend einen Entwurf 1 zu Änderungen an

VDE 0800/1935 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F."

bekannt.

Diese Änderungen sind bedingt durch die in diesem Heft veröffentlichten Änderungen zu § 36 von VDE 0210/1934 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.".

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Mai 1936 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Der Ausschuß hat in ETZ 57 (1936) S. 343/344 die am 1. April 1936 in Kraft getretene Neufassung von

VDE 0425 „Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V"

veröffentlicht.

In der zu § 4 gehörenden Tafel I ist insofern ein Druckfehler unterlaufen, als es in der zweiten senkrechten Spalte in Zeile 2 nicht heißen muß „über 110 ··· 250 V", sondern „bis 250 V".

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Freileitungen.

Entwurf 1.

Änderungen an VDE 0210/1934

„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.".

I. Gültigkeit.

§ 2.

Geltungsbereich.

In der hinter der Vorschrift c) gegebenen Aufzählung der geltenden Dinormen ist einzufügen:

„DIN 1050 Berechnungsgrundlagen für Stahl im Hochbau".

Außerdem sind die Angaben über die Normblätter DIN VDE 8200 bis 8203 durch folgenden Wortlaut zu ersetzen:

„DIN VDE 8200 Starkstrom-Freileitungen. Drähte zu DIN VDE 8201 und 8204,
DIN VDE 8201 Starkstrom-Freileitungen. Drähte und Seile,
DIN VDE 8204 Starkstrom-Freileitungen. Stahl-Aluminiumseile,
DIN VDE 8205 Starkstrom-Freileitungen. Stahldrähte zu Stahl-Aluminiumseilen nach DIN VDE 8204."

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

A. Leitungen.

§ 4.

Schutz gegen Berührung. Abstände von Gebäuden.

Hier wird eine neue Vorschrift k) folgenden Wortlautes aufgenommen:

„k) Wenn mehrere Stromkreise auf gemeinsamem Gestänge liegen, sind diese verschiedenen Stromkreise durch vom Erdboden und von jedem Querträger aus deutlich erkennbare Unterscheidungsmerkmale (Zahlen, Zeichen, Farben oder dgl.) zu versehen."

§ 6.

Beschaffenheit der Leitungsdrähte und Leitungsseile. Mindestquerschnitte.

In der Vorschrift d) ist unter der Aufzählung der bisher erwähnten 3 Werkstoffe noch hinzuzufügen:

„für Stahlaluminium nach den jeweils gültigen Dinormen . . . . 16 mm²."

§ 7.

Zulässige Zugspannungen.

In der Vorschrift a) wird zwischen „Aluminiumseilen" und „Stahlaluminiumseilen" eingefügt:

„Aldrey . . . . 12 kg/mm²."

Die zu der Vorschrift c) gehörende Tafel I erhält folgende erweiterte Fassung:

Tafel I.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nennquerschnitt	Grenzspannweiten										
	Kupfer	Bronze			Aluminium	Aldrey	Stahlaluminium	Stahl mit Prüffestigkeit in kg/mm²			
		Bz I	Bz II	Bz III				40	70	120	150
mm²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
10	100	190	270	450	—	—	—	340	580	1000	1200
16	160	300	400	690	—	—	200	500	860		
25	240	470	610	1050	60	490	300	730			
35	350	700	890		80	660	420	960			
50	540	1000			110	880	600				
70	800				140	1150	820				
95					190		1120				
120					230						
150					290						
185					360						

§ 8.

Durchhang.

In Tafel II wird Aldrey hinter der waagerechten Spalte „Aluminium" mit folgenden Werten eingefügt:

Werkstoff	Eigengewicht kg/cm³	Wärmedehnungszahl ε_t für 1°	Elastische Dehnungszahl α cm²/kg	Dauerzugfestigkeit kg/mm²	Prüffestigkeit kg/mm²
Aldrey	$2{,}7 \cdot 10^{-3}$	$2{,}3 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{0{,}60 \cdot 10^{6}}$	24	30

In der letzten Zeile wird bei Stahlaluminium in Spalte 5 als Dauerzugfestigkeit in kg/mm² hinzugefügt: „20"[1]).

§ 9.

Anordnung der Leitungen am Gestänge.

Hinter der Vorschrift b) wird eine neue Vorschrift c) folgenden Wortlautes eingefügt:

„c) In Gegenden, in denen nachweislich mit winderregten, die Leitung gefährdenden Schwingungen zu rechnen ist, sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß Leitungen in ebenem, dem Wind frei zugänglichem Gelände gefährdet sein können. Die Gefahr besteht darin, daß — besonders an den Befestigungspunkten — zusätzliche Wechselbeanspruchungen auftreten und zum Bruch von Drähten führen können.

Solchen Gefahren läßt sich begegnen durch Vorkehrungen, die die Entstehung derartiger Schwingungen verhindern oder deren schädliche Auswirkungen beseitigen oder durch Verringerung der Höchstzugspannung."

Die bisherige Vorschrift c) erhält hierdurch den Kennbuchstaben d).

C. Gestänge.

3. Stahlmaste.

§ 24.

Zulässige Spannungen.

Die Vorschrift g) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„g) Bei nahtlosen Stahlrohrmasten mit einer Werkstoffestigkeit von rd 5500 kg/cm² darf die Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} für die Normalbelastung nach Tafel III, Spalte 2, 2200 kg/cm² nicht überschreiten.

Bei der Berechnung nach § 17 c) darf die zulässige Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} 2600 kg/cm² nicht überschreiten.

Die Berechnung der Druckstäbe erfolgt nach b), c) und e).

Die Werte für ω sind der für Baustahl St 52 aufgestellten Tafel in der jeweils gültigen Dinorm zu entnehmen."

D. Besondere Bestimmungen.

§ 32.

Kreuzungen und Parallelführungen.

In der Vorschrift b), Ziffer 3, wird der Hinweis „[siehe § 9 a)]" hinter dem ersten Satz gestrichen.

In der Vorschrift b), Ziffer 4, ist der Hinweis „[siehe § 33 c) 2]" zu erweitern in „[siehe § 33 c) 2, erster Absatz]".

In der Vorschrift b), Ziffer 6, werden die Worte „in den Nachbarfeldern" ersetzt durch die Worte „in einem Nachbarfeld".

§ 33.

Erhöhte Sicherheit.

Die Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„b) Die Leitungen dürfen nur als Seile ausgeführt werden. Kupfer-, Bronze- und Stahlseile müssen einen Mindestquerschnitt von 16 mm², Seile aus Aldrey und Stahlaluminium nach den jeweils gültigen Dinormen einen solchen von 25 mm² und Seile aus Aluminium einen solchen von 35 mm² aufweisen."

IV. Bahn-, Post- und Wasserstraßenkreuzungen.

§ 35.

a) Lichtraum und Leitungsabstände.

Der letzte Satz von Ziffer 2 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„An Stellen, an denen die Schiffsmaste an sich umgelegt werden, gilt beiderseits — bei Wasserläufen mit nennenswerter Strömung nur stromabwärts — bis auf 50 m Entfernung als Durchfahrtshöhe das um 2,5 m erhöhte Durchgangsprofil, mindestens aber eine Höhe von 10 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand."

b) Werkstoffe, Querschnitt und Festigkeit der Leitungen.

In Ziffer 1 wird der am Schluß stehende Hinweis auf § 36 t) geändert in „§ 36".

Die zu Ziffer 4 gehörende Tafel VII erhält folgende erweiterte Fassung:

[1]) Die Beanspruchung des Gesamtseiles, bei der der Aluminiummantel mit seiner Dauerzugfestigkeit beansprucht wird.

Tafel VII.

1	2	3	4	5	6	7
Nennquerschnitt (zulässige Mindestwerte) mm²	Kupfer, Bronze Bz I und Stahl mit 40 kg/mm² Prüffestigkeit bis zu m	Bronze Bz II und Bz III bis zu m	Aluminium bis zu m	Aldrey bis zu m	Stahlaluminium nach den jeweils gültigen Dinormen bis zu m	Stahl mit 70 kg/mm² Prüffestigkeit bis zu m
25	260	540	—	—	—	600
35	410		—	400	300	
50	600		90	550	440	
70			130	730	600	
95			190			
120			260			
150			360			
185			500			
240						

Der zweite Absatz von Ziffer 4 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Bei Postkreuzungen mit Spannweiten bis 50 m dürfen Kupfer-, Bronze- und Stahlseile mit 16 mm², Aldrey- und Stahlaluminiumseile nach den jeweils gültigen Dinormen mit 25 mm² sowie Seile aus Aluminium mit 35 mm² Querschnitt verwendet werden."

c) Befestigung der Leitungen an Stützenisolatoren.

In Ziffer 3 wird der am Schluß stehende Hinweis auf § 36 t) geändert in „§ 36".

Ziffer 5 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„5. An Postkreuzungen durch Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber müssen die Isolatoren eine Mindestüberschlagspannung bei Regen von 1,1 $(2{,}2\,U_n + 20)$ kV haben. Wenn die Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber auf Holzmasten verlegt sind, sind an Postkreuzungen Isolatoren mit einer höheren Durchschlagsfestigkeit als auf den anschließenden Strecken zu verwenden."

d) Befestigung der Leitungen an Kettenisolatoren.

Hier wird eine neue Ziffer 4 folgenden Wortlautes eingefügt:

„4. An Postkreuzungen durch Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber müssen die Isolatoren eine Mindestüberschlagspannung bei Regen von 1,1 $(2{,}2\,U_n + 20)$ kV haben. Wenn die Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber auf Holzmasten verlegt sind, sind an Postkreuzungen Isolatoren mit einer höheren Durchschlagsfestigkeit als auf den anschließenden Strecken zu verwenden."

Die bisherigen Ziffern 4 und 5 erhalten nunmehr die Kennziffern 5 und 6.

g) Werkstoff, Berechnung und Beanspruchung der Maste, Fundamente, Querträger und Stützen.

In Ziffer 12 wird ein neuer Satz folgenden Wortlautes angefügt:

„Ist für die Berechnung des Mastes der Differenzzug zwischen dem Zug im Kreuzungs- und Nachbarfeld maßgebend, dann ist der Winddruck in Richtung des Kreuzungsfeldes dem Differenzzug zuzuzählen."

V. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

§ 36.

Eine neue Vorschrift f) folgenden Wortlautes wird aufgenommen:

„f) Zu § 4 k): Diese Bestimmung findet für Leitungen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde keine Anwendung."

Die bisherigen Vorschriften f) ··· i) erhalten hierdurch die Kennbuchstaben g) ··· k).

An Stelle der bisherigen Vorschrift k) tritt folgende neue Vorschrift l):

„l) Zu § 9 a): Die Spannung führenden Leitungen müssen voneinander und von anderen Leitungen des gleichen Spannfeldes einen solchen Abstand erhalten, daß ein Zusammenschlagen oder eine Annäherung bis zum Überschlag nicht zu befürchten ist. Dabei darf ein Mindestabstand von 0,35 m nicht unterschritten werden. Bei Leitungen verschiedenen Querschnittes oder verschiedenen Werkstoffes oder ungleicher Durchhänge muß in erhöhtem Maße der Gefahr des Zusammenschlagens der Leitungen Rechnung getragen werden.

Die übrigen Bestimmungen in § 9 a) finden keine Anwendung."

Die bisherige Vorschrift l) mit dem Wortlaut „Zu § 9 b): Diese Bestimmung findet keine Anwendung" wird gestrichen.

Absatz 5 der Vorschrift t) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Bei Überkreuzungen von Fernmeldeleitungen einschließlich der Leitungen und Luftkabelanlagen der Reichspost durch Starkstrom-Freileitungen mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde und bei Spannweiten bis zu 50 m sind die Starkstrom-Freileitungen bei Tragmasten auf der dem Mast zugekehrten Seite der Isolatoren und in Winkelpunkten so zu befestigen, daß sich die Leitungen unter dem Einfluß des Zuges gegen den Isolator legen. Bei Spannungen bis 250 V gegen Erde und Spannweiten über 50 m sind die Starkstrom-Freileitungen an den Isolatoren nach § 33 c) zu befestigen. Nicht wirksam gegen Fäulnis geschützte Holzmaste sind bei Überkreuzungen durch Starkstrom-Freileitungen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde nur mit besonderen Erdfüßen zulässig. Der senkrechte Abstand der Starkstrom-Freileitungen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde von den Fernmeldeleitungen muß — auch bei größtem Durchhang — mindestens 1 m betragen. Bei Überkreuzungen durch Starkstrom-Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde bis 1 kV oder bei Parallelführungen am gleichen Gestänge sind die Starkstrom-Freileitungen mit erhöhter Sicherheit nach § 33 auszuführen. Der senkrechte Mindestabstand der beiden Arten von Leitungen muß in diesem Fall — auch bei größtem Durchhang — 1,5 m betragen."

In der Vorschrift t) wird ein neuer Absatz 9 folgenden Wortlautes aufgenommen:

„Bei Überkreuzungen von Luftkabelanlagen für Fernmeldezwecke einschließlich der Anlagen der Reichspost durch Starkstrom-Freileitungen in Netzen, in denen die Nullung angewendet ist, sind die Starkstrom-Freileitungen an den Isolatoren nach § 33 c) zu befestigen oder die Starkstrom-Freileitungen sind als kabelähnliche Leitungen an Tragseilen aufzuhängen oder es sind Maßnahmen zu treffen, die verhindern, daß an dem Nulleiter im Störungsfalle eine unzulässig hohe Spannung bestehen bleiben kann."

Der bisherige Absatz 9 (jetzt Absatz 10) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Überkreuzungen von Luftkabelanlagen für Fernmeldezwecke einschließlich der Anlagen der Reichspost durch Starkstrom-Freileitungen in Netzen mit Spannungen über 250 V gegen Erde bis 1 kV, in denen die Nullung nicht angewendet ist, sind ohne besondere Maßnahmen zulässig, wenn die Tragseile der Luftkabel oder die Bewehrung selbsttragender Luftkabel zuverlässig geerdet sind."

VI. Unterhaltung der Freileitungen.

§ 38.

Unterhaltung der Holzmaste.

Der zweite Absatz der Erklärung zu der Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Zur Erhöhung der Lebensdauer wird empfohlen, die Fäulnis gefährdete Zone mit einem Schutzmittel zu versehen oder alle 2 bis 3 Jahre in trockenem Zustande mit heißem Karbolineum oder einem gleichwertigen Mittel zu streichen."

Entwurf 1.

Änderung an VDE 0215/1927

„Merkblatt über die Zerstörung von Holzmasten durch Käferlarven".

Ziffer 5 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„5. Wirksamer Schutz gegen Wurmfraß. Tränkung der Maste mit Teeröl oder chrom-arsenhaltigen Salzgemischen bietet einen wirksamen Schutz gegen Wurmfraß, sofern die Maste bis zum Kern getränkt sind."

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Entwurf 1.

**Änderungen
an
VDE 0800/1935
„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.".**

§ 19 A.

Kreuzungen und Parallelführungen.

Der erste Absatz der Vorschrift d) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Bei Unterkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen (auch elektrischen Bahnen) mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde und bei Spannweiten bis zu 50 m sind die Starkstrom-Freileitungen bei Tragmasten auf der dem Mast zugekehrten Seite der Isolatoren und in Winkelpunkten so zu befestigen, daß sich die Leitungen unter dem Einfluß des Zuges gegen den Isolator legen. Bei Spannungen bis 250 V gegen Erde und Spannweiten über 50 m sind die Starkstrom-Freileitungen an den Isolatoren nach § 33 c) von VDE 0210/1934 zu befestigen. Nicht wirksam gegen Fäulnis geschützte Holzmaste sind bei Unterkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen (auch elektrischen Bahnen) mit Spannungen bis 250 V gegen Erde nur mit besonderen Erdfüßen zulässig. Der senkrechte Abstand der Starkstrom-Freileitungen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde von den Fernmeldeleitungen muß — auch bei größtem Durchhang — mindestens 1 m betragen. Bei Unterkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen (auch elektrischen Bahnen) mit Spannungen über 250 V gegen Erde bis 1 kV oder bei Parallelführungen am gleichen Gestänge sind die Starkstrom-Freileitungen mit erhöhter Sicherheit nach § 33 von VDE 0210/1934 auszuführen. Der senkrechte Mindestabstand der beiden Arten von Leitungen muß in diesem Fall — auch bei größtem Durchhang — 1,5 m betragen."

Der vierte Absatz der Vorschrift d) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Unterkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen durch Luftkabelanlagen in Netzen mit Spannungen über 250 V gegen Erde bis 1 kV, in denen die Nullung nicht angewendet ist, sind ohne besondere Maßnahmen zulässig, wenn die Tragseile der Luftkabel oder die Bewehrung selbsttragender Luftkabel zuverlässig geerdet werden."

Anschließend wird ein neuer fünfter Absatz folgenden Wortlautes eingefügt:

„Bei Unterkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen durch Luftkabelanlagen in Netzen, in denen die Nullung angewendet ist, sind die Starkstrom-Freileitungen an den Isolatoren nach § 33 c) von VDE 0210/1934 zu befestigen oder die Starkstrom-Freileitungen sind als kabelähnliche Leitungen an Tragseilen aufzuhängen, oder es sind Maßnahmen zu treffen, die verhindern, daß an dem Nulleiter im Störungsfalle eine unzulässig hohe Spannung bestehen bleiben kann."

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus. Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Funktechnik und Verstärkertechnik.

Fachgruppenleiter: Prof. Dr. Faßbender VDE, VDI.

Vortrag

des Herrn Dr. Kramar am Donnerstag, dem 16. April 1936, 20 h im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über das Thema:

„Die Mittel der Funknavigation in der Luftfahrt".

Inhaltsangabe:

Kurze Zusammenfassung der Navigation bei Sicht.

Welche Aufgaben entstehen für die Navigation bei schlechtem Wetter? Richtung- und Standortbestimmung, Flug auf ein Ziel zu.

Erklärung der Möglichkeiten zur Lösung dieser Aufgaben, zweckmäßige Anwendung, Vor- und Nachteile.

Welche Mittel stellt die Hochfrequenztechnik hierzu zur Verfügung? Grundelemente: Rahmen- und Hochantenne.

Verfahren zur Richtweisung auf der Sende- und Empfangsseite: Nullmethode, Maximummethode, Feldstärkenvergleich.

Die Anwendung dieser Verfahren für die oben gestellten Aufgaben in der Verkehrsluftfahrt.

Die zweckmäßige Benutzung der vorhandenen Wellengruppen für die Fern- und Nah-Navigation.

Schilderung der Navigationstätigkeit während eines Fluges bei unsichtigem Wetter in der Verkehrsluftfahrt.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Veranstaltungen finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten), statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstraße 6, Fernruf: F 8 0014 App. 399.

15. 4. 1936 „Röhrenregler für Zählereichstationen" (Vortragender: Ingenieur Haucke).

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501 App. 86.

16. 4. 1936 „Neuere Verstärkerröhren auf der Grundlage der Sekundäremission" (Vortragender: Ingenieur Reinhardt).

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Charlottenburg, Mommsenstraße 6, Fernruf: D 2 0011 App. 136.

17. 4. 1936 „Rundfunkstörschutz an elektrischen Maschinen und Apparaten" II Teil (Vortragender: Ingenieur Schrank) (im Vereinszimmer 2).

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: C 1 0011 App. 128.

17. 4. 1936 „Die Sicherung elektrischer Anlagen gegen Gewitterüberspannungen" (Vortragender: Dr.-Ing. v. Borries).

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Braunschweig.

Am 7. 2. 1936 sprach Herr Prof. Dr.-Ing. Erwin Marx über „Forschungsarbeiten des Hochspannungsinstitutes auf dem Gebiete der Stromrichter". Die einleitenden Worte galten der Erläuterung der Grundbegriffe. Anwendungsgebiete, grundsätzliche Ventileigenschaften sowie bestehende Ausführungsformen der Stromrichter wurden genannt und erklärt. Die Entwicklung der Lichtbogen-Stromrichter zu praktisch brauchbarer Betriebsausführung kann jetzt nach einer Forschungsarbeit von 5 bis 6 Jahren zunächst als abgeschlossen betrachtet werden. Prof. Marx erläuterte die Wirkungsweise der mit strömendem Gas arbeitenden Lichtbogenventile. Zu den Schwierigkeiten, die bei der Entwicklung überwunden werden mußten, gehören die hohe Temperatur des brennenden Lichtbogens, ferner das Erfordernis seiner unbedingt zuverlässigen periodischen Zündung und Löschung. Das jetzt vorliegende Ventil weist außer den beiden Hauptelektroden noch eine Hilfselektrode auf, von der aus die periodische Zündung durch einen Spannungsstoß eingeleitet wird. Der zwischen Hilfs- und Hauptelektrode überspringende Funke ionisiert den Luftspalt für den nachfolgenden (Hilfs-)Lichtbogen, der deshalb nur einer geringeren Spannung als der Zündfunke bedarf. Durch Hinüberblasen des Hilfslichtbogens zur anderen Hauptelektrode wird schließlich der Weg für den Betriebslichtbogen geschaffen, zu dessen Steuerung bzw. Gleichrichtung das Ventil dient. Besondere, vor den Hauptelektroden angeordnete Schirmelektroden bewirken die Führung des strömenden Gases, halten gleichzeitig das von der Betriebsspannung erzeugte elektrische Feld von den Lichtbogenfußpunkten auf den Hauptelektroden fern und tragen so wesentlich dazu bei, daß die periodische Löschung des Lichtbogens zuverlässig erfolgt.

Prof. Marx wies dabei auf verschiedene Gesichtspunkte hin, die sich bei den planmäßigen Forschungsarbeiten herausstellten und die zur richtigen Beherrschung der Lichtbogenvorgänge beachtet werden müssen:

1. Je größer die räumliche Länge des Lichtbogens, desto schwieriger seine Löschung und desto höher die auftretenden Verluste.
2. Ein „Quälen" des Lichtbogens ist unbedingt zu vermeiden; er darf nicht etwa quer angeblasen werden, und es soll ihm nicht mehr Wärme entzogen werden, als notwendig ist, um eine störende Wärmespeicherung zu vermeiden.
3. Durch metallische Schirme ist das elektrische Feld von den Fußpunkten des Betriebslichtbogens fernzuhalten.

An einer kleineren Type eines Lichtbogenventils (nach dem Erfinder „Marx-Stromrichter" genannt) wurden die Vorgänge des Zündens, Brennens und Löschens des Lichtbogens unter Zuhilfenahme des Oszillographen sichtbar gemacht und dabei der Zündzeitpunkt verschoben, sowie eine Glättungsdrossel zu- und abgeschaltet. Bemerkenswert war die Möglichkeit des kontinuierlichen Überganges in den Betrieb mit umgekehrter Stromrichtung, der ohne jede Schwierigkeit erfolgte.

Der Lichtbogen-Stromrichter hat den Vorteil jedes steuerfähigen Ventils, daß er für den Wechselrichterbetrieb verwendet werden kann. Darüber hinaus zeichnen ihn aber noch weitergehende Vorzüge aus: Seine robuste Ausführung, die auch stärkeren mechanischen und elektrischen Beanspruchungen standhält, seine Arbeitsweise ohne Vakuum, unabhängig von Außentemperaturen, seine sofortige Betriebsbereitschaft ohne die Notwendigkeit vorheriger Anheizung und vor allem seine Verwendungsmöglichkeit bis zu sehr hohen Spannungen (mehrere hunderttausend Volt) und Stromstärken — das alles sind Eigenschaften dieses Stromrichters, die ein neues Feld in der Elektrotechnik für die Anwendung der Stromrichter eröffnen. Anschließend erläuterte der Vortragende kurz die im großen Versuchsraum des Hochspannungs-Institutes der Techn. Hochschule vorbereiteten und dann vorgeführten Versuche.

Gau Württemberg.

Am 16. 1. 1936 hielt Herr Prof. W. Eberspächer einen Vortrag: „Über einige Probleme beim Bau von Hochspannungsmaschinen für Wechselstrom". Nach kurzer Besprechung der verschiedenen Arten von Wicklungen ging Herr Eberspächer auf Fragen der Isolation der Leiter in der Nut über. Bis vor wenigen Jahren wurde hierzu fast ausnahmslos Mikartit, ein Glimmerpapier mit Schellack als Bindemittel, verwendet. Mit der Steigerung der Temperatur in der Maschine stellten sich Schwierigkeiten ein, da der Schellack weich und so die Bindefähigkeit herabgesetzt wird; die Hülsen gehen in den Luftschlitzen des Stators auf, außerhalb der Nut quillt die Hülse oval auf. Als Folge tritt Glimmen der Luft in den Hohlräumen auf. Hierdurch altert der Schellack und gibt dabei Wasser ab. Dieses Wasser kann u. U. die einzelnen Schichten explosionsartig auseinandertreiben. Man hat deshalb schon lange nach neuen Isolierstoffen gesucht, ohne jedoch etwas wesentlich Besseres als Schellack zu finden. Wenn auch die dielektrischen Verluste bei Maschinen für den Wirkungsgrad keine Rolle spielen, ist es doch wesentlich, aus anderen Gründen Isolierstoff mit kleinem Verlustwinkel zu verwenden. Schaulinien zeigten das Verhalten des Verlustwinkels in Abhängigkeit von der Temperatur und von der Spannung. Die gezeigten Messungen wurden an einzelnen Stäben vorgenommen. Von Messungen an ganzen Maschinen verspricht sich der Vortragende wenig, es sei denn, daß solche Messungen in regelmäßigen Zwischenräumen und unter genau gleichen Versuchsbedingungen gemacht werden. Ob überhaupt Glimmen auftritt, hängt von der Spannung und der Dicke der Luftzwischenräume ab. Spalten unter 0,1 mm glimmen praktisch nicht mehr, ebenso tritt auch bei Maschinen unter etwa 7 kV Glimmen im allgemeinen nicht ein. Das Glimmen hat die Bildung von Ozon zur Folge. Dadurch entsteht Salpetersäure und vielfach auch Essigsäure. Die letztere bildet mit dem Kupfer Grünspan. Das Papier der Isolation zerfällt zu Pulver. Auch das Rosten von Eisenteilen wird begünstigt. Glimmen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Nut wird durch Anwendung eines Glimmschutzes verhindert. Dieser besteht innerhalb der Nut aus einem schlechtleitenden Stoff, der sowohl zwischen Leiter und Innenseite der Hülse, als auch zwischen Außenseite der Hülse und Nutwand aufgebracht wird. Eine direkte Metallisierung darf auf der Außenfläche der Hülse nicht angebracht werden, weil dadurch die Statorbleche kurzgeschlossen würden. Außerhalb der Nut werden ebenfalls auf dem aus dem Statoreisen bis zum Wickelkopf herausragenden Ende der Hülse einige Lagen eines sehr schlechtleitenden Stoffes (meist graphitiertes Papier) aufgebracht, das mit dem Statoreisen in Verbindung steht. Infolge des Spannungsabfalles des Verschiebungsstromes in dieser Schicht wird das Potential an dem dem Wickelkopf zugekehrten Ende des Belages auf eine Spannung, die unterhalb der Glimmgrenze liegt, herabgesetzt. Ein weiterer kritischer Punkt der Wicklung ist an der Befestigung der Wickelköpfe an den Haltebolzen zu suchen. Auch hier tritt leicht in den Luftzwickeln zwischen Wickelkopf und der Hülse des Bolzens Glimmen auf, das durch leitende oder halbleitende Belage verhindert wird. Zum Schluß wurden die Möglichkeiten des Baues von Höchstspannungsmaschinen über 20 kV besprochen.

Sitzungskalender.

Gau Kurpfalz, Mannheim. 17. 4. (Fr), 20 h 15 m, Verb.-Räume Otto-Beck-Str. 21: „Das Elektrofahrzeug, seine Verwendung und volkswirtschaftliche Bedeutung". Dir. G. Lucas VDE, mit Film „Elektrisch fahren, Devisen sparen".

Gau Niedersachsen, Hannover. 14. 4. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Elektrofahrzeuge" (m. Film). Dipl.-Ing. W. Rödiger VDE.

Gau Nordbayern, Nürnberg und EGN. 17. 4. (Fr), 20 h, Städt. Werke: „Kleinförderanlagen in gewerblichen und behördlichen Betrieben". Obering. Rjosk VDE.

Gau Nordsachsen, Leipzig. 15. 4. (Mi), 20 h, Grassimuseum: „Die Photozelle und ihre Anwendung in der Technik" (mit Lichtb. u. Vorführ.). Dr. H. Richter.

Gau Pommern, Stettin. 17. 4. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Die deutschen Einrichtungen für den funktelegraphischen und Funksprechverkehr mit Übersee. Postrat Dipl.-Ing. H. Hahn VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

J. Teichmüller. — Prof. Dr. Johannes Teichmüller VDE konnte am 4. 3. seinen 70. Geburtstag feiern. Als Forscher und als Lehrer hat er sich um die Lichttechnik außerordentliche Verdienste erworben. Unter seinen Veröffentlichungen, die zu einem großen Teil in der ETZ erschienen sind, treffen wir schon sehr früh auf lichttechnische Facharbeiten, welche die Lichtmeßtechnik und die richtige Verwendung des Lichtes maßgebend beeinflußten. Das von Prof. Teichmüller gegründete Lichttechnische Institut an der T. H. Karlsruhe wurde beispielgebend und hat viel zur Verbreitung und Förderung lichttechnischen Wissens beigetragen. Aus ihm ging ein Stamm ausgezeichneter Fachleute hervor; unsere heutigen führenden Lichttechniker sind zu einem guten Teil ehemalige Schüler Prof. Teichmüllers.

O. Krell. — Am 4. April beging Dr.-Ing. E. h. Prof. Otto Krell seinen 70. Geburtstag. Herr Prof. Krell ist den Elektrotechnikern besonders als Vertreter des Faches „Verwendung der Elektrizität an Bord von Schiffen" bekannt geworden[1]), das er als Leiter der Kriegs- und Schiffbautechnischen Abteilung der Siemens-Schuckertwerke und als Dozent für elektrische Schiffseinrichtungen an der

[1]) Vgl. z. B. den ausführlichen Vortrag in der ETZ 36 (1915) S. 409, 424, 439, 465, 481, 496.

T. H. Berlin sehr gefördert hat, so insbesondere den Bau von Scheinwerfern, von Sonderkonstruktionen für Bordzwecke und von elektrischen Anlagen für Unterseeboote.

Sein eigenstes Interesse aber gilt auch heute noch der Aerodynamik, die er schon um die Jahrhundertwende in verschiedenen Forschungsarbeiten behandelt hatte, so z. B.

O. Krell.

Fragen der Lüftung im Festungsbau und auf Kriegsschiffen. Im Jahr 1908 wurde ihm die technische Leitung des Siemens-Schuckert-Luftschiffbaus übertragen. Von seinem Schaffen auf diesem Gebiet berichten wieder verschiedene größere Arbeiten, auch aus jüngster Zeit, die z. T. theoretischen aerodynamischen Fragen, z. T. der Praxis des Luftschiffes gelten.

Hochschulnachrichten. — Dr. Hermann Dießelhorst, ord. Prof. der Experimentalphysik an der T. H. Braunschweig, ist in den Ruhestand getreten.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmaschinen.

Zu dem interessanten Aufsatz des Herrn J. Kozisek, ETZ 56 (1935) H. 41, S. 1121, gestatte ich mir zu bemerken, daß das Verfahren der Verhütung der Selbsterregung der Reihenschlußmaschine bei Motorbetrieb durch eine kurzgeschlossene Tertiärwicklung am Zwischentransformator nicht neu ist. Die Firma Českomoravská-Kolben-Daněk AG. in Prag benutzt dieses Verfahren seit 10 Jahren mit bestem Erfolg bei Reihenschlußmaschinen, die in Dreieck geschaltet sind, um auch in Stern angelassen bzw. betrieben werden zu können. Bereits im Jahre 1925 habe ich als damaliger Berechnungsingenieur dieser Firma für einen Motor von 260 kW und 3200 V (Pumpenantrieb für einen Löfflerkessel in Witkowitz) den Zwischentransformator mit einer kurzgeschlossenen Tertiärwicklung versehen lassen. Die im Einklang mit dem Aufsatz des Herrn Kozisek als „kurz geschlossen" bezeichnete tertiäre Wicklung des Zwischentransformators ist in Dreieck geschaltet und an keine Außenbelastung angeschlossen.

Prag, 24. 1. 1936. Dipl.-Ing. August Bloch.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Neuere Gleichstrom-Maschinen. Anleitung für Entwurf, Berechnung und Konstruktion. Von Ober-ing. W. Kehse. Mit 31 Abb., X u. 62 S. im Format 160×245 mm. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1936. Preis geh. 5 RM.

In einem Büchlein von 62 Seiten, von denen noch die Hälfte auf die Nachrechnung von Beispielen entfällt, soll nach den Worten des Verfassers die Berechnung der Gleichstrommaschinen so dargestellt werden, „wie sie in der Praxis üblich ist".

Obwohl die einfachsten elektrotechnischen Grundlagen vorausgesetzt werden, ist der Raum doch zu knapp, um mehr zu bringen als einige Anleitungen und Formeln. Sie mögen allenfalls dazu ausreichen, einen groben Überblick über die wichtigsten elektrischen Beanspruchungen zu liefern, soweit es sich um wenig belastete Maschinen für etwa 220 V handelt. Zur Berechnung genügen sie nicht. Der Entwurf gut ausgenutzter Maschinen — andere sind heute noch seltener als je — geht z. B. in der Praxis stets vom Kommutator aus, aus ihm erst ergeben sich Wicklungen und Eisenabmessungen. Der Verfasser liefert jedoch Kurven, nach denen lediglich aus dem Drehmoment „sinngemäß" Ankerdurchmesser, Polzahl und sogar Kupfergewicht bestimmt werden. Dieser Weg ergibt sich für die Einführung in das Rechnen an Gleichstrommaschinen aus der Theorie, wird aber für einigermaßen vom Normalen abweichende Maschinen oft mißlingen oder zu unwirtschaftlichen Abmessungen führen, denn es gibt „kurze" und „lange", „kupferne" und „eiserne" Maschinen. Die Polzahl hängt stark von der Spannung ab und beeinflußt Wirkungsgrad und Maschinengewicht usw. Es besteht also meistens eine Fülle von Ausführungsmöglichkeiten, und unter diesen die günstigste zu finden, ist die Hauptarbeit des Berechners, nicht das Ausrechnen der Zahlenwerte einiger Formeln, denn auch elektrische Maschinen lassen sich nicht nach Rezepten bauen.

Das Büchlein wird daher nicht bei allen Berechnern von Gleichstrommaschinen Beifall finden. Dem Fernerstehenden oder dem Studierenden wird es kein zutreffendes Bild von den in den Werken angewandten Berechnungsverfahren vermitteln, und wenn er es selbst zu eigenen Arbeiten benutzt, dürften ihm bald Unterschiede zwischen seinen Ergebnissen und den Abmessungen neuerer Maschinen auffallen. Nicht alle Mängel des Büchleins können auf die Knappheit des Raums zurückgeführt werden.

K. Többlinger VDE.

Lichtbogentheorie für Elektroschweißer. Von W. Fink. (Erschien auch in der „Elektroschweißung" 1933, H. 10.) Aus Theorie und Praxis der Elektroschweißung, Heft 1. Mit 11 Abb. u. 32 S. im Format B 6. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1936. Preis 0,70 RM.

Der Verfasser entwickelt auf 32 Seiten kurz und leichtverständlich das, was der Elektroschweißer über die Bildung und Haltung des Schweißbogens wissen muß. Leider ist das Gebiet bei seiner praktischen Bedeutung noch zu wenig erforscht. Verfasser schließt sich hinsichtlich der Überkopfschweißung einer amerikanischen Auffassung an, derzufolge der Schweißtropfen durch ein magnetisches Feld abgeschnürt und gegen die Decke geschleudert wird (Kneif-Effekt). Ich erkläre seit Jahren diese Erscheinung mit dem Aufsaugen eines Tropfens durch eine Pfütze in beliebiger Lage infolge der Oberflächenspannung, was man z. B. mit Öl sehr einfach praktisch veranschaulichen kann. J. C. Fritz.

Berichtigung.

Im Aufsatz „Erfahrungen über Gewittereinflüsse in Mittelspannungsnetzen . . .", H. 14 der ETZ d. J., ist auf S. 388 links ein Setzfehler zu berichtigen. Punkt 2 der Aufzählung soll lauten:

2. Bei Strecken mit Erdseil überwiegen Mast- und Erdseileinschläge, wobei dann bei hohen Masterdungswiderständen der sogenannte rückwärtige Überschlag[3]) auftritt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 3. April 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 16. April 1936 | Heft 16

Kritische Betrachtung und Auswertung von Gewitterstörungsstatistiken für Freileitungsnetze.

Von **Bernd Koetzold VDE**, Weimar.

621. 315. 14. 004. 5 : 551. 594. 21

Übersicht. Die 10jährige Freileitungs-Gewitterstörungsstatistik eines Hochspannungsnetzes wird kritisch ausgewertet und dabei nachgewiesen, daß zur einwandfreien Erfassung nur der wirklichen Gewitterschäden auf Freileitungen sämtliche Freileitungs-Blitzschäden sehr sorgfältig auf ihre tatsächliche Ursache untersucht werden müssen. Danach wird der Begriff der „echten Störungsziffer" entwickelt. Es wird gezeigt, welche Umstände auf die Gewitterstörungsanfälligkeit einer Freileitung von Einfluß sein können, und welche Maßnahmen zu deren Einschränkung oder Abstellung möglich sind. Ferner wird im Vergleich mit der Verteilung der örtlichen Gewitterhäufigkeit in dem untersuchten Netzgebiet nachgewiesen, daß eine unmittelbare Abhängigkeit der Gewitterstörungshäufigkeit auf Freileitungen von der Gewitterhäufigkeit des betreffenden Gebietes nicht besteht. Weiterhin wird über zwei Fälle eines unmittelbaren Blitzeinschlages mitten in das Spannfeld einer Hochspannungsleitung berichtet.

Jeder Betriebsleiter eines größeren Hochspannungsnetzes wird versuchen, sich über Vorkommen, Art und Auswirkungen von Gewitterstörungen in seinem Betriebe Übersicht zu verschaffen und daraus diejenigen Erkenntnisse zu schöpfen, welche zur erfolgreichen Bekämpfung der Gewitterstörungen und ihrer Folgen anzuwenden sind[1, 2, 3].

Die Grundlage einer solchen Übersicht kann nur eine nach bestimmten Gesichtspunkten geführte ordnungsmäßige Störungsstatistik geben. Zur Erfassung aller Einzelheiten jeder Gewitterstörung und ihrer Begleiterscheinungen ist es nicht zu umgehen, daß für jeden einzelnen Fall Meldevordrucke ausgefertigt werden, etwa nach dem Muster gemäß Abb. 1.

In einem mitteldeutschen Hochspannungsnetzbetrieb mit 30 kV-, 50 kV- und 100 kV-Leitungen wird seit rd. 10 Jahren eine derartige Statistik geführt, deren Auswertung nach folgenden Gesichtspunkten versucht worden ist:

Für jeden Stromkreis einer jeden Leitung, die teilweise zu verschiedenen Zeiten aufgelegt sind und die daher unterschiedliche Betriebsjahre aufweisen, wurde die Gesamtzahl der Gewitterstörungen bis zum Jahre 1935 einschl. zur Anzahl der Betriebsjahre selbst in Beziehung gebracht, d. h. es wurde auf diese Weise die mittlere Anzahl der Störungen je Strecke und Jahr ermittelt. Dabei wurde eine Störung, die sich zweifellos als Folge eines Blitzeinschlages über mehrere benachbarte Maste verteilte, auch nur als ein Schadensfall gewertet. Anderseits wurden nicht nur diejenigen Gewitterstörungen eingesetzt, die eine Leitungsauslösung zur Folge hatten, sondern auch jeder Gewitterüberschlag, der Lichtbogenspuren hinterließ und eine Ketten- oder Seilauswechslung notwendig machte. Die so gefundene Ziffer wurde auf eine Leitungslänge von 100 km bezogen, um eine Vergleichsmöglichkeit der Strecken untereinander zu gewinnen, woraus sich die spezifische Gewitterstörungsziffer der

Befund-Meldung
zu
Freileitungs-Beschädigungen wenden!

Leitung: kV . Mast Nr.

Mastbild mit Angabe der Schadenstellen:

Mastbilder
gesehen in Richtung der
steigenden Mastnummern
vom U W
nach U W.

Tag der: Beschädigung:
Meldung oder Feststellung:
Beseitigung oder Auswechslung:

Ursache der Beschädigung:

Art und Umfang der Beschädigungen: Durchschlag, Überschlag mit ohne Brandstellen, desgl. mit — ohne Tellerbruch, mit ohne Seilbeschädigung, Tellerbruch mechanisch, Seilriß durch Lichtbogen — mechanisch, Klemmenbeschädigung: durch Lichtbogen mechanisch,

Beschädigte Isolatoren: Hersteller: Type:
Brennzeichen: geliefert im Jahre: eingebaut im Jahre:
Beschädigtes Seil: Baustoff Querschnitt:

Kettenbilder mit Angabe der Einzelbeschädigungen:

Durchschlag
Überschlag ohne Tellerbruch
Überschlag mit Teller-Zerstörung
sonstige Beschädig.

Unterbrechung oder sonstige Folgen der Störung:

Ort
Datum
Unterschrift

Abb. 1. Meldevordruck für Freileitungsstörungen.

Leitung ergibt. Die spezifische Störungsziffer einer Leitung ist also die Anzahl der mittleren jährlichen Gewitterstörungen einer Strecke, festgestellt aus einem längeren Zeitabschnitt und bezogen auf 100 km Stromkreislänge. Die derart aus dem Betrieb des beobachteten Netzes ermittelten Werte, die wir als „scheinbare Gewitterstörungsziffer" im Gegensatz zur später allein besprochenen

---

[1] Harald Müller, ETZ 56 (1935) S. 577.
[2] Müller-Hillebrand, ETZ 55 (1934), S. 133.
[3] Grünewald, Elektr.-Wirtsch. 32 (1933) S. 393.

Zahlentafel 1. Verteilung der Gewitterstörungen (ohne Nachprüfung!) auf die Betriebsjahre und Strecken und Ermittlung der scheinbaren Störungsziffer je Strecke.

Strecke Nr.	Betriebsjahr 1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	Gesamtzahl der Störungen	Störungsziffer der Strecke	Lage der Leitung im Gelände	Bemerkung
	A. 100 000 V-Leitungen, Isolation 6 ··· 7gliedr. Ketten, Baumuster K 3a und K 4													
1						ab 1934 →				1	1	0,49	vorwiegend Flachland, rd. 1/10 im Gebirge rd. 800 m	? Beobachtungszeit zu gering!
2		1				1		2	2	1	7	1,20	Flachland und Ebene	1933 = Isolatorenfehler
3						ab 1933 →			1	1	2	1,67	Vor- und Mittelgebirge, rd. 500 ··· 600 m	? Beobachtungszeit zu gering!
	B. 50 000 V-Leitungen, Isolation 3 ··· 4gliedr. Ketten, Baumuster K 3													
4						ab 1934 →				2	2	2,63	Flachland, Vorgebirge und Gebirge rd. 750 m	
5		1					2	2		2	7	3,00	nur Flachland	
6		1			1	1			1		4	2,48	„ „	
7	2	2	1			3					8	2,74	„ „	
8							1	3	5	3	12	6,24 !	„ „	1934/35 = Isolatorenfehler
9		1		1		1			2	2	7	3,65	„ „	
10	}										}	}	}	}
11	}	1		1	2					1	5	0,8	Flachland, teils Vorgebirge bis 500 m	Betonmastleitungen
12	}										}	}	}	}
13						ab 1933 →				1	1	1,17	Gebirge, 500 ··· 600 m	
14					1			1	2	3	7	4,62 !	Vorgebirgstal	1934/35 = Isolatorenfehler
15			1	2						3	6	4,00 !	Vorgebirge bis 500 m	„ „ „
16	2	2		1	1	1	2		2	4	15	4,73 !	Gebirge bis 750 m	„ „ „
17									3	4	7	10,50 ! !	nur Flachland	1934/35 = keine Isolatorenschäden, Ursache ungeklärt!
18											0	0,00	„ „	
	C. 30 000 V-Leitungen, Isolation 3 ··· 5gliedr. Ketten, Baumuster K 2													
19											0	0,00	nur Flachland	
20	ab 1927 →		6	1		1					8	3,16 !	„ „	1928 = Isolatorenbaufehler
21			1								1	1,03	„ „	

„echten Störungsziffer“ bezeichnen wollen, bewegen sich zwischen 0,0 und 10,5, wie sich aus Zahlentafel 1 ergibt[4, 5]).

Es wäre aber vollkommen falsch, aus der so erhaltenen Störungsziffer einer Leitungsstrecke auf deren Gewittergefährdung an sich zu schließen. Zur Beurteilung dieses statistischen Ergebnisses muß vielmehr eine Reihe von Umtänden beachtet werden, wonach erst Endgültiges über die Gewitterstörungsanfälligkeit einer Strecke ausgesagt werden kann und auf die u. U. erst eine aus dem Rahmen fallende Störungsziffer den Blick lenkt.

Bei Betrachtung der Zahlentafel 1 fällt zunächst auf, daß die Störungsziffer der 100 kV-Strecke 1 gegenüber den anderen beiden 100 kV-Strecken verhältnismäßig niedrig liegt. Von Einfluß wird hier die geringe Anzahl der Betriebsjahre und der damit noch ungenügende Mittelwert sein, weniger dagegen die Tatsache, daß die bereits für 100 kV isolierte Leitung vorerst mit 50 kV betrieben wird und dazu die Isolation der Abspannketten gegenüber den anderen beiden 100 kV-Leitungen durch Kappenisolatoren der nächsthöheren Baumustergröße erfolgte. Anders wiederum ist das Ergebnis der 100 kV-Strecke Nr. 2 zu betrachten, da hier, wie unabhängig von den Gewitterschäden festgestellt wurde, Isolatorenfehler aufgetreten sind, von denen einige nachweislich erst durch die Gewitterstörungen zum Vorschein kamen[6]). Gewitter*durchschläge* an Kappenisolatoren sind außerordentlich selten; werden sie festgestellt, so ist fast immer ein Fehler im Isolator zu vermuten, vor allem wenn die Durchschläge sich plötzlich auf einem Streckenabschnitt häufen.

Die 50 kV-Leitungen weisen erhebliche Unterschiede auf. Auffallend ist die hohe Störungsziffer bei der Strecke 8, die jedoch erst in den letzten Betriebsjahren so stark angewachsen ist und ebenfalls auf Isolatorenmängel zurückgeführt werden muß, die sich im Laufe der Zeit entwickelt hatten und sich erst in diesen Jahren bemerkbar machten.

Die Strecken 10 bis 12, als durchgehende Leitung zusammengefaßt behandelt, liegen mit ihrer Störungsziffer sehr niedrig. Ob es hier von Einfluß ist, daß es sich um Betonmastleitungen handelt, wäre noch einer weiteren Untersuchung wert. Für Holzmastleitungen, die vielleicht gegenüber Eisenmaststrecken den Betonmastleitungen ähnlich angesehen werden können, wird jedenfalls übereinstimmend die gegenteilige Beobachtung berichtet[7, 8]).

Die über dem Durchschnitt liegenden Ziffern bei den Strecken 14, 15 und 16 sind, wie einwandfrei festgestellt wurde, ebenfalls auf Isolatorenmängel zurückzuführen, während für die außerordentlich starke Abweichung bei der Strecke 17 noch keine befriedigende Erklärung zu finden war.

Unter den 30 kV-Leitungen fällt die Strecke 20 auf, deren hohe Störungsziffer nachweisbar auf einen Herstellungsmangel (Treibwirkung durch falsche Kappenaufbringung) bei den zuerst eingebaut gewesenen und nach 1928 ausgewechselten Isolatoren zurückzuführen ist.

Um nun die tatsächlichen reinen Gewitterstörungen der einzelnen Strecken des untersuchten Netzes zu erhalten, wurden alle diejenigen Gewitterschadensfälle ausgeschieden, die offensichtlich nicht als alleinige Blitzeinwirkung zu betrachten waren, sondern auf die vorerwähnten Schadensursachen anderer Art zurückzuführen sind, die aber erst durch eine Gewitterüberspannung zum Vorschein kamen. Unter Berücksichtigung der bereits angedeuteten Erklärungen zu den Grundlagen und Ergebnissen der Zahlentafel 1 wurden nach diesen Gesichtspunkten die Störungsunterlagen nochmals einer kritischen Betrachtung unterzogen und danach die Zahlentafel 2 aufgestellt, die im Gegensatz zur vorbehaltlosen Aufnahme aller Gewitter- und Blitzschäden nur diejenigen Störungsfälle enthält, die als „echte Gewitterschäden“ bezeichnet werden sollen. Es ergibt sich jetzt ein wesentlich einheitlicheres Bild, bei dem die Störungsziffern im Mittel für die 100 kV-Leitungen bei 1,00, für die 50 kV-Leitungen bei 2,40 und für die 30 kV-Leitungen bei 0,60 liegen.

Nach dieser Ausscheidung der nicht als wirkliche Gewitterstörungen anzusehenden Schadensfälle könnte man

[4]) Neuhaus, ETZ 56 (1935) S. 315.
[5]) Müller-Hillebrand, ETZ 56 (1935) S. 419.
[6]) Grünewald, wie Fußnote 3.
[7]) ETZ 56 (1935) S. 109.
[8]) ETZ 55 (1934) S. 978.

Zahlentafel 2. Verteilung der wirklichen Gewitterstörungen auf die Betriebsjahre und Strecken und Ermittlung der echten Störungsziffer je Strecke.

Strecke Nr.	Betriebsjahr										Gesamtzahl der Störungen	Störungsziffer der Strecke	Mittelwert der Störungsziffern	Erdseil
	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935				
A. 100 000 V-Leitungen														
1							ab 1934 →			1	1	0,49	Mittelwert für die	ja
2		1				1			2	1	5	0,85	100 kV-Leitungen	ja
3						ab 1933 →			1	1	2	1,67	= 1,00	ja
B. 50 000 V-Leitungen														
4							ab 1934 →			2	2	2,63		ja
5		1					2	2		2	7	3,00		nein
6		1			1	1			1		4	2,48		ja
7	2	1	1			3					7	2,38		seit 1932
8							1	3	3	?	7 ?	3,63		nein
9		1		1		1			2	1	6	3,12		seit 1932
10													Mittelwert für die	nein
11		1		1	2					1	5	0,80	50 kV-Leitungen	ja
12													= 2,40	ja
13						ab 1933 →				1	1	1,17		ja
14					1			1	2	1	5	3,31		nein
15			1	2						1	4	2,67		ja
16	2	2		1	1		3		2		11 ?	3,46		ja
17											?			ja
18											0	0		ja
C. 30 000 V-Leitungen														
19											0	0,0	Mittelwert für die	ja
20	ab 1927 →			1		1					2	0,79	30 kV-Leitungen	ja
21			1								1	1,03	= 0,60	nein

geneigt sein, aus den so erhaltenen Ergebnissen sich ein Urteil über die Gewittergefährdung einzelner Gebiete und Netzteile oder Strecken an sich zu bilden, um daraus Grundlagen für allgemein gültige Überlegungen zu finden. Die nachstehenden Betrachtungen zeigen jedoch, daß solche Schlußfolgerungen nur auf Grund der bisher erhaltenen Unterlagen ebenfalls zu Trugschlüssen führen würden, da auch bei den „echten Gewitterstörungen" noch eine Reihe von Umständen zu betrachten sind, bevor sie in ihrer Auswertung verallgemeinert werden können.

Es ist in der Erläuterung zur Zahlentafel 1 bereits besprochen worden, welche bekannten oder zumindest ziemlich sicheren Fremdeinflüsse das Bild der Gewitterstörungsstatistik trüben. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die Gewitterstörungsneigung einer Strecke nach den neueren Erkenntnissen sehr wesentlich von den Erdungsverhältnissen der Leitungsmasten abhängig ist[9, 10, 11]). Als Beispiel kann eine Strecke angegeben werden, deren Masterdungen nach einem störungsreichen Sommer nachgemessen wurden,

Zahlentafel 3. Erdungswiderstände einer 50 kV-Leitung und Verteilung der Gewitterüberschläge.

Mast Nr.	Erdwiderstand	Gewitterüberschlag	Bemerkungen
1, 2, 3	10,5 ··· 16,0 Ω	—	
4	17,0 Ω	↯	
5 ··· 14	7,6 ··· 22,5 Ω	—	
15	28,0 Ω	—	
16 ··· 29	4,5 ··· 15,5 Ω	—	
30	7,2 Ω	↯ ↯ ?	nicht erklärt
31 ··· 44	8,5 ··· 23,0 Ω	—	
45	55,5 Ω !	↯ !	Erde verbessert
46 ··· 49	9,8 ··· 24,0 Ω	—	
50,51	8,8 Ω, 10,3 Ω	↯	
52 ··· 63	8,5 ··· 23,0 Ω	—	
64	50,0 Ω !	↯ !	Erde verbessert
65 ··· 79	7,8 ··· 23,2 Ω	—	
80 ··· 82	7,8 ··· 13,8 Ω	↯	
83 ··· 85	1,8 ··· 13,0 Ω	—	

wobei sich herausstellte, daß unter den 85 Masten diejenigen, deren Erdübergangswiderstand besonders hoch aus der Reihe fiel, tatsächlich auch in der Blitzstörungsgefährdung hervortraten (Zahlentafel 3).

Weniger von Einfluß scheint die Isolation der Strecke in bezug auf ihre Betriebsspannung zu sein, wie die Zahlentafel 2 angibt, nach der die Störungsziffern im Mittel für die 30 kV-Leitungen sehr viel niedriger liegen als für die 50 kV-Leitungen und selbst auch für die 100 kV-Leitungen. Das deckt sich mit der Annahme des vorwiegenden Einflusses des Erdübergangswiderstandes im Verhältnis zur Stoßüberschlagspannung der Isolatorenketten, das bei entsprechend geringen Erdungswerten auch bei geringerer Isolation den Überschlag verhindert[12]).

Abb. 2. Mastbild der 100 kV-Leitungen des untersuchten Netzes.

Daß auch die Höhe der Leitung selbst und ihrer Stütz- sowie Isolationspunkte über Erdboden für die Gewitterstörungsanfälligkeit von Bedeutung ist, scheint nach dem Ergebnis der Statistik nicht außer dem Bereich der Möglichkeit zu liegen[13, 14, 15]). Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die Gewitterstörungsziffern der hier besprochenen 100 kV-Leitungen niedriger liegen als die benachbarter 100 kV-Netze, obwohl die Isolation um rd. 15 % geringer gewählt wurde. Dafür befinden sich die obersten Punkte der 100 kV-Leitun-

[9]) Lehmann, ETZ 56 (1935) S. 1371, ETZ 53 (1932) S. 980.
[10]) Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 537.
[11]) Neuhaus, wie Fußnote 4.
[12]) Wie Fußnote 10.
[13]) ETZ 55 (1934) S. 723
[14]) F. W. Peek jr., Ber. 56 der CIGRE, Paris 1931; Harald Müller, ETZ 54 (1933) S. 225.
[15]) Nach Ph. Sporn, Elektr.-Wirtsch. 27 (1928) S. 586

gen des untersuchten Netzes um durchschnittlich 3 bis 5 m niedriger als die der benachbarten Netze, was sich aus der Mastkopfanordnung ergibt (Abb. 2).

Daß die Linienführung der Leitungen im Gelände von so wesentlicher Bedeutung für ihre Gewittergefährdung ist, wie bisher häufig angenommen wurde[16, 17], erscheint nach der Störungskarte (Abb. 3) des untersuchten Netzes nicht voll bestätigt. Die Leitungen des betrachteten Netzes, ihre Ausbildung, Isolation, Erdung, Mastenform usw. können überall als ziemlich gleichartig und gleichwertig angesehen werden. Dagegen sind sowohl die geologischen als auch die geophysikalischen Verhältnisse des Netzgebietes außerordentlich unterschiedlich. Z. T. verlaufen die Strecken durch ebenes Flachland, z. T. durch hügeliges Kalksteinvorgebirge, z. T. auch bis auf 800 m über die bewaldeten Höhen des deutschen Mittelgebirges mit Schiefer- oder Urgestein als Untergrund. Dabei zeigte sich z. B., daß Blitzeinschläge an einer Leitung wiederholt im Talgrunde auftraten, während der unmittelbar benachbarte Streckenabschnitt auf einer freien Höhe unbehelligt blieb[18]. Hier müssen also andere Gründe, die in der Leitung selbst zu suchen sind, wirksam gewesen sein und den Einfluß der Lage der Leitung im Gelände zurückgedrängt haben.

Maßstab (angenähert)

20 / 0,80 = Nr. der Strecke / Störungsziffer —— nicht untersuchte Strecke

Abb. 3. Störungskarte des untersuchten Netzes.

Dagegen bestätigt das Ergebnis der Störungsübersicht, daß ein an der Mastspitze oder im Mastkopf verlegtes einzelnes Erdseil nicht die ihm früher zugeschriebene ausschlaggebende Schutzwirkung hat, wie ja auch anderweitig in den letzten Jahren erkannt wurde[19, 20, 21]. Ein bemerkenswerter Unterschied in der Gewitteranfälligkeit von Streckenabschnitten mit und ohne ein Erdseil konnte praktisch nicht festgestellt werden. Trotzdem wird das Erdseil nicht etwa aus diesem Grunde abzulehnen sein, da es die Baukosten einer Leitung nicht allzu stark belastet und daher auch eine geringere als die theoretische Schutzwirkung seine Verlegung bereits rechtfertigt, vor allem im Gelände mit schlechten Erdungsverhältnissen. Die Schutzwirkung von zwei oder mehr Erdseilen am Mastkopf konnte nicht nachgeprüft werden, da mit zwei Erdseilen nur ganz kurze Streckenabschnitte ausgerüstet sind, wobei zudem das zweite Erdseil in Höhe der Phasen liegt.

Eine Bestätigung der eingangs aufgestellten Behauptung, daß die Gewitterstörungsziffer allein kein Bild über die Gewittergefährdung eines Bezirkes geben kann, findet sich in den Ergebnissen der Untersuchungen der Studien-Gesellschaft für Höchstspannungsanlagen über die Stahlstäbchenmessungen[22]. Auch hier ergibt sich überraschenderweise, daß manche Leitungsstrecke erheblich mehr Blitzeinschläge aufweist als der betreffenden Netzbetriebsleitung bisher bekannt war, weil sie sich nicht als Leitungsstörungen ausgewirkt hatten, und manche andere, sehr störungsanfällige Strecke nicht stärker gewitterbeansprucht war als die störungsarmen, dagegen ihre Blitzstörungssicherheit an sich aus irgendeinem Grunde niedriger lag.

Abb. 4. Verteilung der Gewittertage (20jähr. Mittel) im untersuchten Netzgebiet.

Von besonderem Reiz ist es, die Angaben einer Störungskarte mit den Ermittlungen über die Verteilung der Gewitterhäufigkeit in einem bestimmten Gebiet zu vergleichen, die von anderer Seite angestellt sind[23]. Für das untersuchte Netz konnte aus einer 20jährigen Beobachtungsreihe des amtlichen Wetterdienstes eine Karte der Gewitterhäufigkeit (Abb. 4) erhalten werden, die allerdings einige nicht erklärte Unstetigkeiten für kleinere Gebiete aufweist. Daher ist auch eine solche kartenmäßige Auswertung der Gewitterstatistik gleichfalls nicht als eine in allen Punkten unbedingt gültige Grundlage anzusehen, da sie schon von der Dichte des Beobachtungsnetzes und von der Zuverlässigkeit der Beobachter stark abhängig ist, außerdem aber die Beurteilung, ob ein Gewitter für einen Beobachtungsort besonders zu zählen ist oder nicht,

Abb. 5. Jährliche Blitzeinschläge in Gebäude je 100 km² (3jähr. Mittel).

sehr stark der objektiven Auffassung unterliegt. In einem Hauptergebnis gibt die Karte jedoch zuverlässige Auskunft, nämlich daß die Neigung zur Gewitterhäufigkeit nach Südosten des untersuchten Gebietes tatsächlich zunimmt. In diesem Punkte herrscht auch Übereinstimmung mit der Karte über die Gewitterhäufigkeit Gesamtdeutschlands, die von Stade aufgestellt wurde[24].

Als wertvolle Ergänzung kann die Blitzschadenstatistik der Brandversicherungsanstalt des betrachteten Ge-

[16]) Dauzère, Ber. 74 der CIGRE, Paris 1933; ETZ 54 (1933) S. 1064.
[17]) Müller-Hillebrand, ETZ 55 (1934) S. 133.
[18]) Lehmann, ETZ 53 (1932) S. 1252.
[19]) Müller-Hillebrand, ETZ 52 (1931) S. 725; 56 (1935) S. 417.
[20]) Briefwechsel in ETZ 53 (1932) S. 1250.
[21]) Wie Fußnote 4.
[22]) Wie Fußnote 10.
[23]) Wie Fußnote 9
[24]) Matthias, ETZ 46 (1925) S. 874.

bietes herangezogen werden, die — für eine allerdings sehr kurze Beobachtungsdauer von nur drei Jahren — in Abb. 5 wiedergegeben ist. Aber auch bei Anwendung dieser Karte ist eine kritische Betrachtung sehr notwendig. Zweifellos sind nicht alle sog. „kalten Schläge" gemeldet und erfaßt. Ferner müßte die Zahl der Einschläge erst in ihr Verhältnis zur Besiedlungsdichte gebracht werden, um damit eine wirkliche Vergleichsgrundlage zu schaffen. Immerhin ist wiederum die Übereinstimmung mit der Karte Abb. 4 dahingehend festzustellen, daß die Gewitterhäufigkeit nach Südosten des untersuchten Gebietes zunimmt. Die Kerne größerer Schadensdichte bei *a*, *b* und *c* dagegen hängen mit zufälligen Häufungen und größerer Besiedlungsdichte zusammen.

Bezogen sich die bisherigen Betrachtungen auf die Störungsziffern einzelner Strecken aus rd. 10jährigem Mittel, so soll eine Gegenüberstellung der Störungsziffern für die einzelnen Betriebsjahre des Gesamtnetzes die Schwankungen erkennen lassen, die sich in erster Linie durch die wechselnde Gewitterhäufigkeit in den verschiedenen Jahren ergeben (Zahlentafel 4). Die Störungsziffer bewegt sich dabei zwischen den Grenzen 0,95 und 2,5, d. h. die Anzahl der Gewitterstörungen kann in gewitterreichen Jahren auf über das Zweieinhalbfache gegenüber der in störungsarmen Jahren ansteigen[25]).

Zahlentafel 4. Verteilung der Gewitterstörungen im Gesamtnetz auf die einzelnen Betriebsjahre.

Jahr	Anzahl der Störungen	Gesamtlänge des Hochspannungsnetzes (Stromkrslg. in km)	Störungsziffer des Netzes (bezog. auf 100 km)	Bemerkungen
1926	4	219	1,80	Mittelwert: 1,8 Störungen je 100 km und Jahr
1927	7	321	2,50	
1928	3	321	0,95	
1929	6	321	1,90	
1930	5	321	1,55	
1931	7	321	2,20	
1932	6	321	1,90	
1933	6	468	1,30	
1934	13	651	2,00	
1935	12	651	1,80	

Wie weit die Gewitterhäufigkeit dabei die Störungshäufigkeit beeinflußt, läßt die in Abb. 6 dargestellte, nach den Unterlagen des amtlichen Wetterdienstes ermittelte Kurve der mittleren jährlichen Gewitteranzahl des untersuchten Gebietes für die einzelnen Jahre und die im gleichen Schaubild wiedergegebene Gewitterstörungskurve als mittlere jährliche Gewitterstörungsziffer des Gesamtnetzes erkennen. Die Abweichungen des Kurvengleichlaufs in den Jahren 1929 und 1933 zeigen dabei, daß die Gewitterhäufigkeit allein für die Störungshäufigkeit nicht ausschlaggebend ist; viele andere Umstände, wie z. B. Beeinflussung des Erdübergangswiderstandes der Leitungen durch schwankenden Grundwasserspiegel in trockenen und in nassen Jahren, werden sich ebenfalls bemerkbar machen. Auf jeden Fall lassen Zahlentafel 4 und Abb. 6 erkennen, daß für die Beurteilung von Störungsziffern mindestens zehnjährige Beobachtungszeiten zugrunde gelegt werden sollten, um alle Unregelmäßigkeiten auszuschalten, welche die Einzelergebnisse sehr stark fälschen können.

Zwei besonders bemerkenswerte Gewitterschadenfälle, welche die von Lehmann aufgestellte Behauptung[26]) zu stützen scheinen, daß unterirdische Wasseradern und geologische Unregelmäßigkeiten von Einfluß auf die Blitzeinschlagstelle selbst sind, sollen der Vollständigkeit halber noch berichtet werden, vor allem da sie die noch umstrittene Frage der Blitzeinschläge in das freie Feld einer Freileitung einwandfrei bejahen.

[25]) Da es sich um eine vergleichende Gegenüberstellung handelt, kann die mittlere Störungsziffer aus allen drei Leitungsgruppen zugrunde gelegt werden.

[26]) Wie Fußnote 9.

Auf einer 100 kV-Leitung war ein mittleres Seil im freien Felde etwa 70 m vom nächsten Mast entfernt durchgeschmort und gerissen. An dem benachbarten außenliegenden Phasenseil zeigten sich nur schwache Lichtbogenspuren. Dagegen waren die beiden anderen in gleicher Höhe liegenden Phasen sowie das in der Mitte darüber-

Abb. 6. Gewitterhäufigkeit und Störungsziffer im untersuchten Netz.

liegende Erdseil frei von jeder Verletzung (Abb. 7). Die Tragketten des zerrissenen Seiles an den beiden benachbarten Masten wiesen nicht die geringsten Überschlagsspuren auf, während die Ketten der außenliegenden, nur angeschmorten Phase leichten Lichtbogenbrand erkennen ließen. Die Fehlerstelle wurde von beiden Leitungsenden aus mit Kurzschlußstrom gespeist, so daß die Strecke beiderseits, und zwar in den betroffenen Phasen *R* und *S*, abschaltete.

Abb. 7. Blitzeinschlag in ein Feld einer 100 kV-Leitung.

Der Blitzeinschlag ereignete sich in dem sehr trockenen Sommer 1934 und wurde von Anwohnern einwandfrei beobachtet. Die Nachmessung der Erdüberschlagswiderstände beider Nachbarmaste ergab 4,6 Ω und 6,3 Ω, also Werte, die für eine sechsgliedrige Kette mit Kappenisolatoren K 3 mit Rücksicht auf den rückwärtigen Überschlag als genügend sicher bezeichnet werden können[27]). Auch die geringen Brandspuren an jeweils nur einer Kette lassen die Möglichkeit des zunächst erfolgten Kettenüberschlages und Abblasen des entstandenen Lichtbogens in das Feld hinaus als unwahrscheinlich erkennen.

Alle diese Feststellungen weisen darauf hin, daß tatsächlich ein Blitzeinschlag in ein freies Feld erfolgt sein muß und dabei einen Überschlag zwischen zwei benachbarten, 3 m waagerecht voneinander entfernten Phasen herbeiführte. Eine später vorgenommene Wünschelrutenbegehung ergab die beinahe nicht mehr überraschende Bestätigung, daß unmittelbar an der Einschlagstelle die Leitungslinie von einer starken unterirdischen Wasserader

[27]) Wie Fußnote 10.

bzw. dem Zusammenfluß zweier Wasseradern gekreuzt wird. Allerdings sind derartige Wasseradern auch in näherer Nachbarschaft unterhalb der Leitung vorhanden, jedoch anscheinend geringeren Ausmaßes (Abb. 8). Das Vorhandensein der starken Wasseraderkreuzung darf also nicht als Ursache des Blitzeinschlages an sich betrachtet werden, dagegen aber als der Grund, daß der an sich im näheren Umkreis der Leitung niedergehende Blitz sich gerade diese Einschlagstelle aussuchte. Es scheint sich dabei nach Angabe der Anwohner um einen verästelten Blitzkopf gehandelt zu haben, da angeblich gleichzeitig ein „kalter" Einschlag in dem etwas entfernt liegenden Ort erfolgte.

Abb. 8. Lageplan zu Abb. 7.

Der andere Störungsfall ereignete sich auf einer 50 kV-Doppelleitung. Im Sommer 1935 hatten während eines Gewitters über dieser Leitung beide Stromkreise mit allen Anzeichen einer Gewitterstörung ausgelöst, ohne daß die sofort anschließende Streckenbegehung irgendeine Schadensstelle erkennen ließ. Im Herbst des gleichen Jahres brach plötzlich etwa 40 m vom nächsten Tragmast entfernt ein Phasenseil ohne zunächst erkennbare Ursache. Die genauere Untersuchung des Fehlers ergab folgende Deutung:

Der Seilbruch ereignete sich in der ersten Frostnacht des betreffenden Jahres nach einem vorausgegangenen warmen Tag mit etwa + 25 ° C. Das bereits vorbeschädigte Seil war der stärkeren Beanspruchung der wachsenden Seilspannung bei dem Temperaturrückgang unter 0 ° C nicht mehr gewachsen und ging infolge Überlastung zu Bruch. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß nicht nur infolge Abbrandes des äußeren Seilschlags der Querschnitt verringert war, sondern daß dieser Restquerschnitt in seiner Bruchfestigkeit durch die Lichtbogenerwärmung stark gemindert war.

Die Beschädigung des Seiles wiederum war durch den ungeklärten Blitzeinschlag im vorausgegangenen Sommer herbeigeführt worden, denn bei der Behebung des Fehlers stellte sich heraus, daß das an sich bekannte Gewitter sich in diesem Streckenabschnitt der Leitung entladen hatte und daß außer der als solcher erkennbaren, allerdings vom Erdboden aus nicht zu sehenden Vorbeschädigung der gebrochenen Phase eine Kette einer nicht beschädigten Phase an dem nächstgelegenen Tragmast leichte Überschlagsspuren aufwies. Auch hier ergab die Wünschelrutenbegehung einwandfrei an der Blitzeinschlagsstelle eine Kreuzung mit einer starken Wasserader, worauf im übrigen das Gelände als ausgesprochenes Quellgebiet bereits schließen ließ. Aber auch bei diesem Störungsfall ist das Vorhandensein der Wasserader nicht als Ursache des Blitzeinschlages an sich anzusehen, sondern nur als Grund der Wahl des Einschlagspunktes, der um so merkwürdiger erscheint, als dieser Streckenabschnitt eine leichte Mulde durchzieht, also tiefer liegt als die beiden benachbarten Abschnitte (Abb. 9). Die Masterdungen müssen ebenfalls für eine 50 kV-Leitung mit drei- bzw. viergliedrigen Tragketten und Kappenisolatoren der Type K 3 als ausreichend bezeichnet werden; sie ergeben sich für die beiden benachbarten Maste zu 7,8 Ω und 9,3 Ω.

Noch eine Frage bewegt den Netzbetriebsleiter häufig. Es ist die zweifellos vorhandene Tatsache, daß im allgemeinen Frühjahrsgewitter mit stärkeren Schadensfolgen verbunden sind als Sommer- und Herbstgewitter. Wenn einerseits auch sicherlich die Frühjahrsgewitter manchen Schaden an den Tag bringen, der im Laufe des Winters sich entwickelte und der bei der ersten starken Beanspruchung der Hochspannungsanlage zum Vorschein kommt[28]), so wird anderseits auch die Annahme, daß im Frühjahr tatsächlich die Gewitterentladungen stärker sind als in den übrigen Jahreszeiten[29]), ihrer Berechtigung nicht entbehren. In der Meteorologie ist der Unterschied in der relativen Gefährlichkeit von Wintergewittern gegenüber Sommergewittern und auch die Erklärung dazu bekannt[30]).

Auf ähnliche Ursachen wird vielleicht auch der Unterschied von Frühjahrsgewittern zu Sommer- und Herbstgewittern zurückzuführen sein, da das Frühjahr als Übergangsjahreszeit vom Winter zum Sommer betrachtet werden kann, die unter dem nachhaltenden Einfluß der Winterwetterlage steht. Eine jahreszeitlich geordnete Zusammenstellung der Stahlstäbchenmessungen der Studien-Gesellschaft für Höchstspannungsanlagen nach den festgestellten Blitzstromstärken wird in diesem Punkte sehr aufklärend wirken können und nicht nur für die Hochspannungstechnik, sondern auch für die allgemeine Wetterkunde wichtige Erkenntnisse bringen.

Abb. 9. Blitzeinschlag in Feldmitte über einer Wasserader.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.

Werden die vorstehenden Ausführungen zur Auswertung für den Bau und den Betrieb von Hochspannungsleitungen zusammengefaßt, so ist zugleich in Anwendung allgemeiner, hier nicht besonders erwähnter Erfahrungen über Blitzstörungsauswirkungen auf Hochspannungsnetzen folgendes zu sagen:

1. Für Hochspannungsleitungen kann ihre Gewittergefährdung an sich über große Gebiete nicht als besonders unterschiedlich angesehen werden. Jedenfalls scheint sie nicht im unmittelbaren Verhältnis zur Gewitterhäufigkeit zu stehen.
2. Daher hat auch die Wahl der Linienführung einer Hochspannungsleitung im Gelände keinen wesentlichen Einfluß auf ihre Gewittergefährdung.
3. Wichtiger ist die Sorge für die Gewitterfestigkeit der Hochspannungsleitung an sich vor allem durch ausreichend gute Masterden (Strahlen-, Band- und Rohrerde) in bezug auf die Isolation der Leitung; dabei ist möglichst auch die Verlegung mindestens eines Erdseiles anzustreben.
4. Auch die Wahl der Mastenlänge und Kopfausbildung scheint nicht ohne Einfluß zu sein, d. h. je niedriger die Leitungsseile und Isolationspunkte über dem Erdboden liegen, desto geringer ist die Einschlagsneigung für Blitze.

[28]) H. Grünewald, Elektr.-Wirtsch. 32 (1933) S. 393, Bericht in ETZ 55 (1934) S. 842.
[29]) Wie Fußnote 2.
[30]) Freyer: Wetterkunde-Fibel, S. 102; Berlin: Verlag „Offene Worte" 1935.

5. Die Schadenauswirkungen etwaiger Blitzüberschläge lassen sich wiederum durch folgende Maßnahmen und Vorkehrungen eingrenzen[31, 32]:

   a) schnelle Abschaltung einer gestörten Leitung, um den entstandenen Lichtbogen so schnell wie möglich auszulöschen (Leitungsschnellschutz),

   b) Erdschlußlöschung,

   c) Vermeidung von Seil- und Isolatorenbeschädigungen mit Hilfe von Lichtbogenhörnern,

   d) Anwendung genügend lichtbogenfester Leiterseilbaustoffe, z. B. bei Aluminiumseil am besten Stahlaluminium,

   e) Verringerung der Kurzschlußströme mit Hilfe der „Gewitterschaltung" und Auswertung des „Gewitterwarnungsdienstes"[33, 34],

   f) Einbau gewitterfester Isolatoren, wobei nach dem heutigen Stand der Entwicklung Kappenisolatoren und Vollkernisolatoren hinsichtlich ihrer Durch- und Überschlagsfestigkeit als gleichwertig angesehen werden können.

Die Betrachtungen ergeben, daß eine etwa beobachtete größere Störungsanfälligkeit einer Strecke in einem Hochspannungsnetz nicht auf deren besondere Gewittergefährdung an sich, sondern auf andere Eigenheiten, die in der Leitung selbst zu suchen sind, zurückzuführen ist. Es gibt Mittel, diese Mängel zu beheben. Vor jeder einseitigen und vorschnellen Schlußfolgerung für einzelne Leitungsstrecken aus einer Gewitterstörungsstatistik muß ausdrücklich gewarnt werden. Selbst ein Zeitraum von zehn Jahren ist sehr kritisch anzugreifen. Wie weit die hier gezogenen Schlußfolgerungen daher verallgemeinert werden können, muß erst der Vergleich mit ähnlichen Auswertungen von langjährigen Gewitterstörungsstatistiken anderer Netzbetriebe ergeben. Auch für Mittelspannungsnetze werden die hier gefundenen Ergebnisse nicht ohne weiteres anzuwenden sein.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß nur Gewitterstörungen von Freileitungen behandelt wurden, nicht dagegen die in den angeschlossenen Schalt- und Umspannwerken, da für diese als mittelbare Gewitterfolgen — sofern es sich nicht um den seltenen Fall eines unmittelbaren Blitzeinschlages handelt — andere Gesetze gelten als für die betrachteten Freileitungs-Gewitterüberschläge.

[31]) Kühn, ETZ 53 (1932) S. 1206.
[32]) Wie Fußnote 19.
[33]) Koetzold, ETZ 51 (1930) S. 1189.
[34]) ETZ 53 (1932) S. 1247, Bericht über die 11. Sektion des Internationalen Elektrizitätskongresses Paris 1932; ETZ 57 (1936) S. 202, Bericht über die 3. Abtlg. der Internationalen Hochspannungskonferenz Paris 1935.

Leistungsmessung bei Hochspannung, Hochfrequenz, großer Phasenverschiebung und beliebiger Kurvenform.

Von Dr.-Ing. **Joh. Krutzsch**, München.

621. 317. 38

Übersicht. Eine neue Meßanordnung mit Duantenelektrometer und kapazitivem Spannungsteiler für Leistungsmessung wird beschrieben. Die Schaltung und der Aufbau der einzelnen für die Messung benötigten Geräte werden erklärt. Ergebnisse der Kontrollversuche und Fehlwinkelmessungen von Isolierstoffen werden bekanntgegeben.

Wechselstromleistungsmessungen bei Hochspannung und großer Phasenverschiebung sind von jeher schwierig. Die Messung wird wesentlich erschwert, wenn es sich gleichzeitig um Hochfrequenz und beliebige Kurvenform handelt.

Nach Versuchen mit verschiedenen Meßverfahren, z. B. Dynamometer, Drei-Strommesser-Verfahren usw.[1]), hat der Verfasser mit Duantenelektromoter und kapazitivem Spannungsteiler eine Meßanordnung aufgebaut, die sich bis zu 6000 Hz in vielen Versuchen einwandfrei bewährt hat, aber wahrscheinlich auch noch für weit höhere Frequenzen brauchbar ist.

Abb. 1 zeigt die Schaltung. Von einem Hochfrequenzgenerator wird die Spannung einem Umspanner zugeführt, dessen Sekundärwicklung einpolig geerdet ist. Vor dem Hochspannungspol liegt ein Schutzwiderstand von 1200 Ω. Nach diesem ist zwecks Messung des Effektivwertes U der Hochspannung ein Elektrometer angeschlossen. Parallel zu ihm liegt der kapazitive Spannungsteiler, dessen Bauart weiter unten beschrieben wird.

X ist der Stromverbraucher, dessen Leistung N_x gemessen werden soll. Messung der Stromstärke I erfolgt mit einem der handelsüblichen Thermodrehspulinstrumente. R ist ein regelbarer, kapazitäts- und induktionsfreier Widerstand. De ist das Duantenelektrometer (Ablesung mit Spiegel und Fernrohr).

[1]) Die bei Hochspannungs-Fehlwinkelmessungen üblichen Brückenverfahren scheiden hier aus, da sie nur bei Sinuskurvenform richtige Werte liefern.

Das Duantenelektrometer (auch Binantenelektrometer genannt) besitzt bekanntlich[2]) zwei Nadelpole und zwei Kapselpole. Der Ausschlag ist proportional dem Produkt der beiden Spannungen, die zwischen den beiden Nadelpolen und den beiden Kapselpolen liegen. Im vorliegenden Falle wurde die vom Spannungsteiler abgegriffene Spannung (≈ 100 V) dem einen Nadelpol, und die vom Abzweigwiderstand R entnommene Spannung (≈10 V) dem einen Kapselpol zugeführt. Alle anderen Pole und das Gehäuse

A Amperemeter — *G* Hochfrequenzgenerator — *Sw* Schutzwiderstand
De Duantenelektrometer — *R* Regelwiderstand — *T* Umspanner
E Elektrometer — *Sp* Spannungsteiler — *X* Stromverbraucher

Abb. 1. Meßschaltung.

[2]) Dolezalek, Ann. Physik 26 (1908) S. 312.

des Elektrometers wurden geerdet. Dann gilt für den Ausschlag

$$a = \frac{R}{C\,ü}\, I\, U \cos(I, U),$$

wobei C die Elektrometerkonstante, $ü$ das Übersetzungsverhältnis des Spannungsteilers und R der Abzweigwiderstand sind.

Maße in mm

a Hochspannungsanschluß
b Eisenplatte
c Kupferstab
d 0,5 mm Hartgummi
e Zinkbespritzung
f 2 mm Eisen
g 2 mm Dmr. Kupferdraht
h Eisenplatten
i Hartpapierplatte
k isolierter Draht

Abb. 2. Spannungsteiler.

Die am Versuchsgerät X liegende Spannung ist etwas kleiner als U, und zwar um den Spannungsabfall $I\,R$. Deshalb muß die aus dem Elektrometerausschlag berechnete Leistung noch etwas korrigiert werden, und es ergibt sich

$$N_x = \frac{C\,ü}{R}\, a - I^2 R. \qquad (1)$$

In sehr vielen Fällen ist $I^2 R$ vernachlässigbar klein. Dann wird man R und $ü$ so wählen, daß $\frac{C\,ü}{R}$ einen runden Wert gibt und man ohne Umrechnung die Leistung vom Elektrometerausschlag ablesen kann. Bei 0,01 mm Dmr. des Aufhängefadens und 0,005 mm Dmr. des unteren Stromzuführungsfadens des Duantenelektrometers war die mit Gleichspannung gemessene Elektrometerkonstante meist 0,307 V²/mm, gültig für 1 m Entfernung zwischen Skala und Spiegel. Wurden deshalb $ü = 200$ und $R = 614\,\Omega$ gemacht, so war

$$N_x = 0{,}1\, a \text{ (in Watt) } (a \text{ in mm}).$$

Sehr wichtig war selbstverständlich die Konstruktion des kapazitiven Spannungsteilers, da man 100prozentig sicher sein muß, daß die zum Elektrometer geführte Spannung nicht nur proportional der Hochspannung, sondern auch vollkommen phasengleich mit ihr ist. Nach verschiedenen Vorversuchen wurde der in Abb. 2 im Schnitt gezeichnete Spannungsteiler gebaut. Auf einer Hartpapiergrundplatte *i* liegen einige 20 mm dicke, kreisrunde Eisenplatten *h*, und auf diesen sind abwechselnd kreisrunde Hartgummiplatten *d* von 0,5 mm Stärke und 400 mm Dmr. und kreisrunde Eisenplatten *f* von 2 mm Stärke und 300 mm Dmr. aufgeschichtet. Den oberen Abschluß bildet eine 20 mm dicke Eisenplatte *b* mit abgerundeten Kanten. Die Hartgummiplatten sind auf beiden Seiten mit Zink *e* bespritzt, und zwar eine Kreisfläche von 310 mm Dmr. und ein konzentrischer Kreisring von 320 mm Innen- und 360 mm Außendurchmesser. Zwischen je zwei benachbarten Hartgummiplatten liegt außer der 2 mm-Eisenplatte ein zu einem Kreis von 340 mm Dmr. gebogener, 2 mm starker Kupferdraht *g*. An die unterste der 2 mm starken Eisenplatten ist ein isolationsumhüllter Kupferdraht *k* angelötet, der durch eine Lücke des untersten Drahtringes hinaus zu der in der Abbildung rechts unten befindlichen Klemme führt.

Diese Klemme wird mit dem Duantenelektrometer verbunden (siehe Abb. 1). Die untersten Eisenplatten werden geerdet und die Hochspannung wird der obersten Eisenplatte zugeführt.

Wie die Konstruktion zeigt, besteht der Spannungsteiler aus zwei parallelgeschalteten Reihen hintereinandergeschalteter Kondensatoren, von denen die eine Kondensatorreihe (Ringkapazitäten) die andere vollkommen umschließt. Dadurch wird erreicht, daß alle Streufeldlinien von in der Nähe befindlichen Gegenständen und Wänden nur zu der äußeren Kondensatorreihe gelangen und deshalb die Spannungsverteilung und Phasenlage der inneren Kondensatorreihe nicht merklich beeinflussen können. Die äußere Kondensatorreihe stellt also einen kapazitiven Schutzmantel dar. Für die Leistungsmessung wird natürlich nur die innere Kondensatorreihe benutzt. Da sie aus gleichgroßen Einzelelementen besteht, ist das Übersetzungsverhältnis gleich der Zahl der Hartgummiplatten (bei den im folgenden mitgeteilten Messungen 200). Um unabhängig von den an sich geringen Unterschieden zwischen den einzelnen Hartgummiplatten zu sein, wurden vor dem Zusammenbau die einzelnen Kapazitäten gemessen und als unterste Hartgummiplatte des Spannungsteilers eine solche genommen, deren Kapazität dem Mittelwert aller Kapazitäten (3810 pF) entsprach. Die der untersten Hartgummiplatte parallelgeschaltete Elektrometerkapazität ist ohne Einfluß auf das Übersetzungsverhältnis und die Phasentreue, da diese Kapazität nur etwa 10 pF beträgt. Gleichfalls ohne Einfluß sind die dielektrischen Verluste in den Hartgummiplatten, da sie bei allen Platten gleich sind.

Abb. 3. Meßanordnung.

Die Ränder der Hartgummiplatten wurden schellackiert und der ganze Spannungsteiler in einen staubsicheren Glaskasten gesetzt, in dem sich Phosphorpentoxyd befand. Abb. 3 zeigt die Ansicht des Spannungsteilers mit dem darunter befindlichen, erschütterungsfrei aufgestellten Duantenelektrometer.

Vorversuche bei 20 000 V und 1000 Hz zeigten, daß sich Größe und Phase der an der unteren Hartgummiplatte abgegriffenen Spannung nicht änderten, wenn dem Spannungsteiler geerdete Gegenstände bis auf 20 cm genähert wurden. Ein Beweis, daß das kapazitive Schutzringsystem tatsächlich die Streufeldlinien abschirmt[3]).

Zunächst wurde geprüft, ob die Meßeinrichtung die Leistung auch bei stark verzerrter Kurvenform richtig anzeigt.

[3]) Bei einem früheren Spannungsteiler ohne Schutzkapazitäten zeigten sich starke Einflüsse bei Annäherung von Gegenständen.

Zu diesem Zwecke wurde ein mit Seidenzopf wärmeisolierter Apparat gebaut, in dessen Innerem ein Luftspalt zwischen einer Metallfläche und einer rückseitig mit Metall belegten Glaswand ionisiert werden konnte. Durch dauernd gleichmäßig fließendes Kühlwasser wurde die erzeugte Wärmemenge weggeschafft. Im stationären Endzustand mußte die aus Kühlwassergeschwindigkeit und Kühlwassertemperaturzunahme berechnete Wärmemenge mit der gemessenen elektrischen Leistung übereinstimmen. Im ionisierten Luftspalt entstanden zwar chemische Umsetzungen mit Wärmetönungen, jedoch spielten diese für die Leistungskontrolle keine Rolle, da der Luftspalt gegen die Außenluft abgeschlossen war und sich deshalb im stationären Endzustand chemische Bildung und Zerfall und damit auch die Wärmetönungen gegenseitig aufheben mußten.

Einige der Meßergebnisse waren:

1. 1000 Hz 4000 V
   12,5 mA
   N elektrisch gemessen 24,1 W
   Kühlwassergeschwindigkeit 3,79 l/h
   $t_A = 23{,}3\,°$ $t_E = 28{,}6\,°$
   Abgeführte Wärme 20,1 kcal/h entsprechend 23,3 W.
2. 3000 Hz 5000 V
   36 bis 37,5 mA
   N elektrisch gemessen 73,1 W
   Abgeführte Wärme 62,2 bis 62,4 kcal/h entsprechend 72,5 W.
3. 6000 Hz 4000 V
   53,5 mA
   N elektrisch gemessen 106 W
   Abgeführte Wärme 89,8 kcal/h entsprechend 104,5 W.

Die vor allem bei den höheren Leistungen an sich schon prozentual geringen Differenzen zwischen gemessener und berechneter Leistung erklären sich sehr wahrscheinlich daraus, daß die aus der Wärmeisolation herausragende elektrische Durchführung im Betrieb ziemlich heiß wurde, so daß hier Wärme verlorenging.

Für die Aufnahme der Kurvenform stand zur Zeit dieser Kontrollmessungen kein Oszillograph zur Verfügung. Jedoch wurde später bei ähnlichen Apparaten die Kurve des Wechselstroms mit einer Braunschen Röhre aufgenommen. Abb. 4 zeigt den gemessenen Stromverlauf, der für solche Entladungen kennzeichnend ist.

Abb. 4 Stromkurve.

Man sieht also, daß auch bei derart starker Kurvenverzerrung die Leistung bis auf wenige Prozente genau gemessen wurde. Bei diesen Messungen war die Phasenverschiebung nicht groß, der Leistungsfaktor war ungefähr 0,46. Als nächstes galt es deshalb, zu untersuchen, bis zu welchen Phasenverschiebungen das Leistungsmeßverfahren brauchbar ist.

Zu diesem Zwecke wurde ein möglichst verlustfreier Luftkondensator von ungefähr 50 pF mit polierten und an den Rändern gut abgerundeten Aluminiumflächen (21 mm Abstand voneinander) gebaut. Ohne irgendeinen Schutzring wurde er in die Leistungsmeßschaltung gemäß Abb. 1 an Stelle von X eingesetzt.

Bei der Messung seiner Leistungsaufnahme zeigte sich, daß die nach Formel (1) berechnete Leistung nicht unabhängig von R war. Dies hatte seinen Grund darin, daß die Kapazität des Duantenelektrometers einen Nebenschluß zu dem Widerstand R bildete, so daß der Strom I nicht unverändert durch R floß. Wie sich an Hand eines Vektordiagrammes zeigen läßt, wird dadurch die gemessene Leistung etwas vergrößert. Diesem Übelstand, der sich natürlich nur bei Leistungsmessungen sehr großer Phasenverschiebung bemerkbar macht, begegnet man am besten dadurch, daß man $\frac{C\,ü}{R}\,\alpha$ in Abhängigkeit von R aufnimmt und graphisch für $R = 0$ extrapoliert. Dieser Extrapolationswert ist unmittelbar die Leistung N_x, da für $R = 0$ auch das Korrektionsglied $I^2\,R$ verschwindet.

Aus der gemessenen Leistung wurde mit Hilfe besonderer Strom- und Spannungsmessung nach der Näherungsformel

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{N}{U\,I} \tag{2}$$

der Fehlwinkel berechnet.

Interessant ist, daß dieser Fehlwinkel von dem an mehreren Tagen gemessenen Wert $\operatorname{tg}\delta = 0{,}0051$ auf 0,0037 zurückging, sobald die polierten Aluminumflächen des Luftkondensators mit Parabernol lackiert worden waren. Der Fehlwinkel war fast konstant bei 1000 bis 5000 Hz und 15 000 bis 20 000 V.

Um die Richtigkeit der Leistungsmessung festzustellen, wurde nun zwischen Kondensator und Strommesser ein ohmscher Widerstand R' von 1000 Ω geschaltet. Dieser Widerstand war so klein, daß sich Strom und Spannung am Kondensator dadurch praktisch nicht änderten. Dagegen mußte jetzt die Leistungsmessung einen um $I^2\,R'$ größeren Wert ergeben, wenn sie richtig war. Im folgenden einige Meßergebnisse:

1. 1000 Hz 20 000 V
   $I = 6{,}8$ mA
   N mit Widerstand 0,67 W
   N ohne Widerstand 0,63 W
   0,04 W Differenz
   $I^2\,R' = 0{,}046$ W.
2. 5000 Hz 15 000 V
   $I = 22{,}4$ mA
   N mit Widerstand 2,1 W
   N ohne Widerstand 1,6 W
   0,6 W Differenz
   $I^2\,R' = 0{,}5$ W.

Solche Kontrollmessungen wurden mit verschiedenen Frequenzen, Spannungen und Widerständen und auch anderen Kondensatoren durchgeführt. Stets zeigten sie eine genügende Übereinstimmung zwischen gemessener Leistungsdifferenz und berechneter Stromwärme. Natürlich darf man bei diesen Kontrollmessungen nicht zu große Genauigkeit verlangen. Entspricht doch in dem unter 1. mitgeteilten Falle die Zunahme der Leistung um 0,04 W einer Änderung der Tangente der Phasenverschiebung um nur 0,0003. Es ist vielmehr ein gutes Ergebnis, daß man derart geringe Phasenänderungen noch auf mindestens 10 bis 20 % genau messen kann.

Damit ist man schon weit innerhalb des Bereiches der für Fehlwinkelmessungen von Isolierstoffen erforderlichen Genauigkeit. Natürlich wird man im allgemeinen die Fehlwinkel mit anderen Verfahren messen, jedoch kann es immerhin wertvoll sein, daß man hier ein Meßverfahren besitzt, das auf ganz anderen Grundsätzen als die üblichen Resonanz-, Substitutions- und Nullverfahren beruht. Der Vorteil liegt vor allem darin, daß man mit dem Elektrometerverfahren die Isolierstoffe bei Hochspannung unter genau denselben Verhältnissen messen kann, die sie in der Praxis antreffen.

In Zahlentafel 1 sind einige derart gemessene Fehlwinkel angegeben.

Zahlentafel 1.

	Plattenstärke mm	Frequenz Hz	Spannung V	ε	tg δ $\times 10^{-4}$
Kondensa	1,5	1000	4000	34	138
„	1,5	1000	6000	34	142
„	1,5	3000	3000	34	127
„	1,5	6000	2000	34	100
Kondensa C	6,5	1000	3000	87	157
„	6,5	1000	5000	87	163
„	6,5	6000	2000	87	71
Quarzgut	4	6000	2000	3,5	114
„	4	6000	10 000	3,5	104

Zusammenfassung.

Eine neue Leistungsmeßvorrichtung mit Duantenelektrometer und kapazitivem, mit Schutzringen versehenem Spannungsteiler wurde beschrieben. Wie Kontrollmessungen ergaben, werden Leistungen auch mit verzerrter Kurvenform auf 1 bis 3 % genau gemessen; Fehlwinkelmessungen bei tg $\delta = 0{,}0003$ noch auf 10 bis 20 %. Einige mit der neuen Einrichtung vorgenommene Fehlwinkelmessungen an Isolierstoffen sind wiedergegeben.

Ein neuer vielstufiger Fahrschalter.

621. 337. 2

H. Uhlig berichtet über einen Versuchswagen der Straßenbahnen Barmen—Elberfeld mit Vielstufen-Fahrschaltern und Fremderregung der Motoren bei der Bremsung, der im Frühjahr vergangenen Jahres in Betrieb genommen wurde[1]). Ein durch Kontakte in den Fahrschaltern regelbarer Widerstand *a* mit zehn Abzweigungen (Abb. 1) wird durch den Fahrschalter nacheinander zwei (oder gegebenenfalls auch mehreren) in Reihe liegenden Festwiderständen *b* und *c* parallelgeschaltet. Durch stetige Drehung der Schaltwalze wird der Ohmwert des Regelwiderstandes und damit der resultierende Widerstand des Parallelzweiges auf einen Mindestwert verkleinert, worauf nach Kurzschließen des Festwiderstandes *b* der Schaltvorgang bei dem folgenden Festwiderstand wiederholt wird. Die Schaltung ermöglicht die Anordnung einer verhältnismäßig großen Anzahl von Schaltstufen in einen Fahrschalter gewöhnlicher Bauart, wobei nur vier oder fünf Verbindungsleitungen nach den Widerständen mehr erforderlich sind als bei einer gewöhnlichen Grobstufenschaltung. Der eine Nockenfahrschalter des Versuchswagens ist, um Vergleiche anzustellen, für die übliche Reihen-Parallelschaltung (17 Reihen und 8 Parallelstufen), der andere Fahrschalter mit 17 Parallelstufen und für Parallelschaltung der Motoren beim Anfahren ausgebildet.

a regelbarer Widerstand
b, c Festwiderstände
Abb. 1. Prinzip des vielstufigen Fahrschalters.

Abb. 2. Anfahr-Oszillogramme
a mit dem Fahrschalter für Reihen-Parallelschaltung
b mit dem Fahrschalter für Nur-Parallelschaltung.

In Abb. 2 sind Oszillogramme über den Stromverlauf beim Anfahren mit dem Fahrschalter für Reihen-Parallelschaltung und mit dem Fahrschalter für Nur-Parallelschaltung wiedergegeben. Die bei dem Versuchswagen bei der Nutz- und Widerstandsbremsung angewandte Schaltung für die Fremderregung der beiden in Reihe geschalteten Motoren durch einen Nickel-Kadmium-Stromspeicher mit 30 V Spannung ergibt annähernd die gleiche Bremscharakteristik wie ein Nebenschlußgenerator mit Gegenverbundwicklung[2]). Die Ladung des Stromspeichers erfolgt durch Einschaltung desselben in den Fahrstromkreis beim Anfahren an Stelle von Anfahrwiderständen; sie erfordert also keine besonderen Vorrichtungen. Bei dieser Bremsschaltung genügen sechs Bremsstufen, um ein stoßloses Überschalten auf sämtlichen Bremsstufen auch bei höchster Geschwindigkeit zu ermöglichen.

Nach dem Bericht von Uhlig zeigt der Versuchswagen sehr günstige Fahreigenschaften. Die angewendeten Stufenzahlen reichen vollkommen aus, um ein stoßloses Anfahren und Bremsen zu ermöglichen. Bei den Versuchsfahrten wurde bei einer mittleren Anfahrbeschleunigung während des Einschaltvorganges von 1,1 m/s^2 und bei einer Bremsverzögerung von 1 bis 1,5 m/s^2 eine Steigerung der Reisegeschwindigkeit im Vergleich mit den übrigen noch mit Grobstufen-Fahrschaltern ausgerüsteten Wagen von 14 auf 19 km/h, also um etwa 36 %, erzielt.

Die Stromrückgewinnung durch die Nutzbremsung betrug 22 bis 25 %. Bei dem Fahrschalter mit Reihen-Parallelschaltung war der Stromverbrauch trotz der gesteigerten Reisegeschwindigkeit infolge der Nutzbremsung um 7 % niedriger als bei den übrigen Wagen mit gewöhnlicher Schaltung. Bei dem Fahrschalter mit Nur-Parallelschaltung ergab sich trotz der Nutzbremsung ein Mehrverbrauch an Strom von 11 %. *Ggr.*

[1]) H. Uhlig, Verkehrstechn. 16 (1935) S. 499.

[2]) Töfflinger ETZ 53 (1932) S. 451 u. 479; 54 (1933) S. 1183; 55 (1934) S. 1177.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 317. 31. 015. 33 **Messung von Stoßströmen.** — Scheitelwerte von Stoßströmen können in einfacher Weise mittels kleiner Stahlstäbchen gemessen werden, die in einem bestimmten Abstand vom stromführenden Leiter angebracht werden. Bei dem in Deutschland entwickelten Meßverfahren[1]) wird die Remanenz der Stahlstäbchen mit einem ballistischen Galvanometer gemessen und jedes Stahlstäbchen einzeln nachträglich mit Gleichstrom geeicht. Das hat den Vorteil, daß man von den magnetischen Eigenschaften der einzelnen Stahlstäbchen unabhängig ist. In Amerika[2]) mißt man die Remanenz der Stahlstäbchen mit dem hierfür entwickelten Scheitelwertmesser, einem empfindlichen Drehspulgerät, in das das Stahlstäbchen zur Messung eingesetzt wird. Bei diesem Meßverfahren müssen alle Stahlstäbchen die gleichen magnetischen Eigenschaften haben, also vor ihrer Verwendung einzeln nachgemessen und ausgesucht werden. Das Verfahren zur Messung des Scheitelwertes von Stoßströmen wird hauptsächlich zu Blitzstromstärkenmessungen in Blitzableitern, Masten und Erdseilen von Hochspannungsleitungen angewandt. Es können aber auch Ströme von Stoßanlagen, Gleichrichtern, Einankerumformern usw. gemessen werden.

Eine eingehende Untersuchung des Verhaltens der Stahlstäbchen bei mehrfacher Magnetisierung hat zu folgendem Ergebnis geführt:

1. Wenn ein Leiter nacheinander von Stoßströmen gleicher Richtung durchflossen wird, so mißt das Stahlstäbchen eindeutig den Scheitelwert des höchsten Stromes.
2. Wenn ein Leiter nacheinander von Stoßströmen entgegengesetzter Richtung durchflossen wird, ergeben sich zwei Möglichkeiten:
   a) ist der zweite Stoßstrom gleich groß oder größer als der erste, dann mißt das Stahlstäbchen eindeutig den Scheitelwert des zweiten Stromes;
   b) ist der zweite Stoßstrom kleiner als der erste, so wird je nach der Stärke des zweiten Stromes die Remanenz des Stahlstäbchens entweder nur geschwächt, gerade vernichtet oder eine von entgegengesetzter Polarität erzeugt. Das Stahlstäbchen mißt auf alle Fälle eine Stromstärke, die kleiner ist als die des ersten Stoßstromes. Dieselbe Wirkung erzielen auch abklingende Stromschwingungen.

Die Tatsache, daß auf einen Stoßstrom einer mit geringerer Stromstärke, aber entgegengesetzter Richtung gefolgt ist, läßt sich nur dann feststellen, wenn an der Meßstelle wenigstens zwei Stahlstäbchen in verschiedenem Abstand eingebaut sind. Es läßt sich dann auch die Reihenfolge und Stromstärke der beiden Stoßströme angenähert bestimmen. Abb. 1 zeigt, wie in einem solchen Falle die beiden Stahlstäbchen ummagnetisiert werden. Die Scheitelwerte der beiden angenommenen Stoßströme verhalten sich wie 2 : 1. Das Abstandverhältnis der beiden Stahlstäbchen beträgt 1 : 3. In einem entsprechenden Verhältnis stehen auch die an den Einbaustellen der Stahlstäbchen wirksamen Feldstärken. Durch den ersten Stoßstrom erhalten beide Stahlstäbchen gleiche Polarität und die Remanenzwerte B_r und b_r. Durch den nachfolgenden Strom in entgegengesetzter Richtung mit der halben Stromstärke wird die Polarität des inneren Stäbchens umgekehrt, und es erhält die Remanenz B_r', das äußere Stäbchen dagegen behält seine Polarität, die Remanenz wird aber auf den Wert b_r' geschwächt. Hier weisen also die Stahlstäbchen entgegengesetzte Polarität auf. Zur Messung von Blitzströmen in Eisenmasten von Hochspannungsleitungen baut man meist zwei Stahlstäbchen in verschiedenem Abstand ein, um einerseits genauer messen zu können und anderseits den Meßbereich zu erweitern. Bei den praktischen Messungen hat sich nun sowohl in Deutschland als auch in Amerika tatsächlich gezeigt, daß die Stromstärkenwerte, die von den beiden Stahlstäbchen gemessen werden, öfters nicht übereinstimmen und die Stahlstäbchen auch manchmal entgegengesetzte Polaritäten aufweisen. Ob es sich nun in solchen Fällen um zwei Ströme aus zeitlich getrennten Blitzentladungen verschiedener Polarität handelt oder um die Wirkung von zwei Halbwellen einer einzigen, stark gedämpften schwingenden Entladung, ist noch nicht eindeutig geklärt. [H. Zaduk, Arch. techn. Messen (1935) V 327—2.] *dk.*

Abb. 1. Ummagnetisierung von Stahlstäbchen.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536; 56 (1935) S. 475. Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 454.

[2]) Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 324. Electr. Engng. 54 (1935) S. 373.

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 066. 6 : 621. 395 **Formveränderungen hochbelasteter Silberkontakte von Fernmeldegeräten.** — Die Kontakte von fernmeldetechnischen Geräten sind beim Schalten von Gleichströmen z. T. erheblichen Formveränderungen unterworfen, sobald bei hohen Betätigungszahlen bestimmte Strom- und Spannungswerte überschritten werden. Eine der hauptsächlichsten Zerstörungsursachen ist der Öffnungslichtbogen, zu dessen Vermeidung Funkenlöschanordnungen vorgesehen werden. Für die Bemessung solcher Funkenlöschkreise fehlt bisher jede Berechnungsmöglichkeit; die günstigsten Werte wurden nur durch Dauerversuche bestimmt. Als Grundlage einer Berechnung mußten zunächst also die verschiedenen Ursachen für die Kontaktverformung festgestellt werden. In einer Abhandlung von W. Krüger sind die Versuche hierzu beschrieben. Der Öffnungslichtbogen bewirkt eine Metallüberführung zur positiven Kontakthälfte. Unterhalb bestimmter, von der Spannung abhängiger Stromstärkewerte verschwindet der Öffnungslichtbogen und damit auch die Metallüberführung zur positiven Kontakthälfte. Für Kontakte aus reinem Silber ergibt sich die Stromstärke, bei der gerade kein Öffnungslichtbogen mehr entsteht, in Abhängigkeit von der Spannung eines induktionslosen Stromkreises als Hyperbel, d. h. der verschwindende Öffnungslichtbogen hat eine punktförmige Kennlinie ($u_L = 11{,}5$ V, $i_L = 0{,}57$ A). Der Wert i_L wird als stark abhängig von dem absoluten Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der Reinheit des Silbers gefunden. Mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt können größere Stromstärken ohne Öffnungslichtbogen abgeschaltet werden. Geringe Verunreinigungen des Silbers bewirken dagegen ein Sinken der Grenzstromstärken.

In dem Spannungsbereich von 2 bis ungefähr 25 V setzt unterhalb der Stromstärken, bei denen der Öffnungslichtbogen vermieden ist, mit steigender Stromstärke allmählich eine Metallüberführung zur negativen Kontakthälfte ein (induktionslose Stromkreise). Je höher die Spannung ist, um so niedriger liegt der Stromstärkewert, bei dem diese Metallüberführung schädliche Formen annimmt. Bei ungefähr 25 V verschwindet die scharfe Aus-

prägung dieses Wertes. Bei der Ladung und Entladung von Kondensatoren entstehen an den Kontakten Schließungsfunken, die ebenfalls Kontaktverformungen bewirken. Diese lassen sich vermeiden, wenn in den Lade- bzw. Entladekreis Widerstände gelegt werden, deren Größen für Silberkontakte und Spannungen bis 100 V bestimmt werden. Unterhalb dieser kleinstzulässigen Vorschaltwiderstände entsteht eine Metallüberführung zur negativen Kontakthälfte, die mit größer werdendem Kapazitätswert und kleiner werdendem Vorschaltwiderstand mit einem gleichzeitigen Metallverlust beider Kontakthälften verbunden ist. — In einem folgenden Aufsatz soll die Anwendung dieser Ergebnisse für die Berechnung von Funkenlöschkreisen in nichtinduktiven und induktiven Stromkreisen und für die Bewertung von Kontaktmetallen gebracht werden. [W. Krüger, Z. Fernm.-Techn. 17 (1936) S. 1.] *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

537. 525 : 621. 317. 754 **Eine neue Glimmentladungserscheinung und ihre Anwendungsmöglichkeit für Braunsche Röhren mit niedrigen Kathodenspannungen.** — Bei Braunschen Röhren mit kalten Kathoden strebt man aus betriebstechnischen und wirtschaftlichen Gründen danach, erstens der Kathode als Elektronenquelle eine möglichst große Emissionsfläche zu geben, um die durch die Ionenbeschießung gegebene Abnutzung soweit wie möglich herabzudrücken, und zweitens einen Kathodenstrahl zu erhalten, der an der Kathode mit möglichst kleinem Öffnungswinkel ansetzt, damit ein Schreibstrahl hoher Elektronendichte entsteht. Bei den bisher bei Braunschen Röhren verwendeten Kathodenformen (Plankathode, Kugelkathode, Hohlspiegelkathode) läßt sich aber ein feiner Elektronenstrahl nur bei einer kleinen, punktförmigen Emissionsfläche erzielen; trotzdem ist dieser noch so divergent, daß besondere Vorkonzentrierungsmaßnahmen angewendet werden müssen, um die benötigte hohe Elektronendichte im Strahl zu erhalten. Es gibt aber auch eine Kathodenform, bei der, wie der Verfasser beobachten konnte, bei einer großen Emissionsfläche der Strahl von Haus aus so gut gebündelt ist, daß ohne besondere Vorkonzentrierungsmaßnahmen ein feiner Strahl mit hoher Elektronendichte vorhanden ist. Diese neue Kathodenform ist eine Hohlkathode. Der Kathodenstrahl stellt eine dieser Hohlkathode eigene neue Glimmentladungsform dar, die unter gewissen Betriebsbedingungen entsteht und nach Abb. 2 als ein Achsenstrahl mit wesentlich kleinerem Querschnitt als die Öffnung der Hohlkathode aus der Höhlung heraustritt und dabei noch auf eine längere Strecke gut gebündelt bleibt.

Abb. 2. Eine neue, achsenstrahlförmige Glimmentladung einer Hohlkathode als Kathodenstrahl einer Braunschen Röhre.

Die Formen und die Existenzbedingungen dieser Glimmentladung wurden zunächst in großen Zügen in einem Glasentladungs- und Metallentladungsrohr vor allem bei kleinen Kathodenspannungen und bei Drücken bis zu 10^{-1} mm Hg herauf näher untersucht. Dann folgten Versuche über die Verwendungsmöglichkeit in einem neu gebauten Metall-Kathodenstrahl-Oszillographen hoher Empfindlichkeit (Abb. 3). Der Kathodenstrom des Versuchsrohres konnte dabei ohne Schwierigkeit auf 5 bis 20 mA bei 2000 bis 3000 V Kathoden-Anoden-Spannung eingestellt werden. Der Strahlstrom erreichte Werte bis zu einigen mA. Der hohe Wirkungsgrad und die auch absolut genommen hohe Leistungsfähigkeit wurden aber zunächst noch durch eine unerwartete Erscheinung stark beeinträchtigt. Die Struktur des Schreibstrahles ist bei den angewendeten Spannungen nicht gleichmäßig. Es konnten Geschwindigkeitsunterschiede der Elektronen bis zu 30 % festgestellt werden. Die Folge davon war, daß der Schreibstrahl unter dem Einfluß der mit chromatischen Fehlern behafteten Ablenkungsfelder verzerrt und auf dem Leuchtschirm zu einem Kometengebilde auseinandergezogen wurde. Trotz dieser Störung konnten die Leistungen der Glühkathodenröhre für niedrige Kathodenspannungen erreicht werden; es besteht Hoffnung, daß sie noch wesentlich gesteigert werden können. Auch konnte an den Entwurf und die Ausführung eines Vier-Stellen-Metall-Kathodenstrahl-Oszillographen herangegangen werden, der für Frequenzen bis zu einigen 10 000 Hz Verwendung finden sollte. [W. Krug, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 3, S. 157.]

Abb. 3. Kleiner Metall-Kathodenstrahl-Oszillograph für hohe Empfindlichkeit.

Verkehrstechnik.

621. 332. 31 : 622 **Fahrleitung mit Aluminium- und Stahl-Aluminium-Tragseil und Kupferfahrdraht.** — Bei der Ausrüstung der etwa 16 km langen Kohlenbahn Bergwitz—Zschornewitz mit einer 1200 V Gleichstrom-Fahrleitung war zum erstenmal im Fahrleitungsbau die Aufgabe gestellt, möglichst Leichtmetalle zu verwenden. Außer der zur Gleichrichter-Station Bergwitz führenden Drehstrom-Speiseleitung 15 kV, die als 3 × 95 mm² Aluminiumseil auf den Fahrleitungsmasten (Abb. 4) verlegt wurde, erhielt auch die Fahrleitung Leichtmetall-Tragseil, und zwar auf einem Teil der Strecke Aluminiumseil 120 mm² und auf dem größten Teil Stahl-Aluminiumseil Nennquerschnitt 120 mm². Zur Erzielung einer guten Stromabnahme mit Walzenstromabnehmern wurde 100 m² Kupferfahrdraht DIN/VDE 3141 verwendet.

Abb. 4. Stützpunkt für Fahrleitung und Speiseleitung.

Um bei den großen Querschnitten des Tragseiles einen kleinen Windabtrieb und eine große Mastentfernung zu erreichen, wurde die Fahrleitung an drehbaren Rohrauslegern aufgehängt und Tragseil und Fahrdraht in 1500 m Abstand beweglich nachgespannt, wobei das Tragseil in

der Mitte zwischen den Abspannmasten festgelegt wurde. Das Tragseil ist an der Auslegerspitze allseitig beweglich angeordnet. Der Mastabstand beträgt in der Geraden 75 m. In den Krümmungen sind die Zwischenmaste 37,5 oder 25 m entfernt. Die Bauhöhe der Fahrleitung ist 1,65 m bei 1,02 m Durchhang für das Stahlaluminiumseil bei 7 kg/mm² Zugspannung und 1,22 m für Aluminiumtragseil mit 6,25 kg/mm² Zugspannung. In den Bahnhöfen ist Einfach-Aufhängung des Fahrdrahtes mit Gleitvorrichtungen an Querseilen und an Auslegern verwendet. Zur Befestigung des Kupferfahrdrahtes am Leichtmetall-Tragseil mit Broncehängern wurden zweiteilige Hängerklemmen verwendet, bei welchen der eine Teil aus verzinktem Stahl mit Weich-Aluminium-Einlage zum Schutze der Oberfläche des Tragseiles, und der andere Teil aus verzinntem Kupferblech hergestellt wurde. Dadurch ist eine elektrolytische Zersetzung des Aluminiumseiles und der Hängerklemme vermieden. Die in Abständen von 100 m zwischen Fahrdraht und Tragseil vorhandenen Stromverbindungen aus hochbiegsamen Kupferseil wurden mit Alcu-Klemmen am Tragseil gut leitend angeschlossen.

Abb 5. Stützpunkt für schwenkbare Bagger- und Lokomotiv-Fahrleitung.

Die Maste der schwenkbaren Bagger- und Lokomotiv-Fahrleitung in der Braunkohlen-Grube Bergwitz sind an den Schienen angeklammert (Abb. 5). Die Lokomotiv-Fahrleitung liegt in Gleitvorrichtungen für seitliche Stromabnahme. Die Bagger-Fahrleitung ist mit Gleitklemmen[1]) auf Stütz-Isolatoren verlegt. Die Bagger-Fahrleitung wird mit Strossenendblock nachgeregelt. In den Bahnhöfen Bergwitz und Zschornewitz werden alle Gleisweichen durch Motorantrieb gestellt und von einem gemeinsamen Schaltpult aus gesteuert. Auf diesem Schaltpult läßt ein Leuchtbild die genaue Lage der Weichen erkennen. Die drei wichtigsten Straßenkreuzungen erhielten Warnanlagen mit gasgefüllten Röhrenlampen in Kreisform, die von der 1200 V Fahrleitung aus über Oberleitungskontakte betätigt werden.

Zur mündlichen Verständigung liegt auf den Fahrleitungsmasten (Abb. 4) eine Fernsprechleitung, an der fünf Fernsprecher angeschlossen sind, die über einen Vermittlungsschrank mit dem Fernsprechnetz des Kraftwerkes verbunden werden können. Durch Tagessignale, die mit den Weichen elektrisch gekuppelt sind, wird die Fahrerlaubnis und Gleissperre gegeben. Im Bahnhof Zschornewitz wirkt, sobald ein Zug in die Gleiskreuzung einfährt, oder wenn die Bahnhofsgleise besetzt sind, eine zusätzliche selbsttätige Sperrung. Außerdem werden die Ausfahrten von Bunkern und zwei Gruben mit selbsttätiger Zugmeldung gesichert. [S ü b e r k r ü b, Elektr. im Bergb. 11 (1936), S. 21]. *Sb.*

[1]) Vergl. „Neuerungen an Fahrleitungsanlagen im Braunkohlenbergbau". Druckschrift AEG/B 1594/September 1933.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 84. 078 **Selbsttätige Trennschärfenregelung.** — Die neueren Rundfunkempfänger enthalten fast ausschließlich eine selbsttätige Verstärkungsregelung, während die Bandbreite von Hand in Stufen verändert werden kann. In Amerika wurden nun Versuche unternommen, auch die Trennschärfe selbsttätig durch das Gerät regeln zu lassen. Je schwächer der einfallende Sender ist, desto mehr erhöht sich die Trennschärfe. Dadurch nimmt während Schwundzeiten das Verhältnis Rauschen zu Empfang nicht so unangenehm zu. Anderseits werden gerade starke Sender wenig durch Nebensender gestört, so daß man die volle Tongüte ausnutzen kann. Der bisherige Versuchsempfänger kann allerdings auch nicht ganz ohne Handregler für die Trennschärfe auskommen, denn er hat in der Nähe eines ganz starken Senders die Neigung, beim Empfang eines mittelstarken Senders „aufzudrehen", so daß der Störer durchkommt. Auch ist der Röhrenaufwand nicht unerheblich. Die Trennschärfe wird durch Dreipolröhren parallel dem Antennenkreis, dem ersten Zwischenfrequenzfilter sowie dem zweiten Kreis des zweiten Zwischenfrequenzfilters geregelt. Durch Änderung der Gittervorspannung nimmt der innere Widerstand der Dreipolröhren verschiedene Werte zwischen 10 und 1000 kΩ an. Leider sinkt im gleichen Maß wie die Trennschärfe auch die Verstärkung. Dies ist nur teilweise ausgeglichen durch eine Überkopplung im zweiten Filter, welche gerade bei aufgeregeltem Parallelrohr die Trennschärfe günstig macht. Allerdings benötigt man ein besonderes Umkehrrohr für die Gittervorspannung dieses Regelrohres. Die in dem Aufsatz enthaltenen Gesamtkurven zeigen, daß sich die Trennschärfe des Empfängers bei 10 kHz Verstimmung je nach der Stärke des einfallenden Senders zwischen 2 und 200 einstellt. [G. L. B e e r s, Proc. Inst. Rad. Engr. 23 (1935) S. 1425.] *Kur.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

539. 17 **Radioaktivität durch Beschießung mit Wasserstoffionen.** — D i e A u f g a b e: Durch Beschießung mit geeigneten Atomkernen sollen Kerne chemischer Elemente in zwei Teile aufgespalten werden, von denen einer radioaktiv ist, der andere aber den Kern eines anderen Elementes bildet. Bisher führte man Wasserstoffkerne in großen Mengen an der Anode einer evakuierten Röhre ein und beschleunigte ihren Flug zur Kathode durch Spannungen bis zu 1,2 Mill Volt. Derartige Anlagen sind wegen der erforderlichen hohen Spannung sehr umfangreich und teuer. L a w r e n c e und L i v i n g s t o n e von der Universität Kalifornien haben nun eine Art Beschleunigungskarussell geschaffen, in welchem dieselben hohen kinetischen Energien mit viel geringeren Spannungen erreicht werden[1]).

D i e n e u e M a s c h i n e: Zwischen den Polschuhen eines sehr starken Gleichstrommagneten ist eine flache Vakuumkammer angebracht, in welcher zwei Elektroden isoliert angeordnet sind, die wie die beiden Hälften einer nach einem Durchmesser zerschnittenen Dose aussehen (Abb. 6). Diese Elektroden sind an einem Hochfrequenzoszillator angeschlossen, so daß sie wie die Platten eines Elektrometers abwechselnd positiv und negativ elektrisiert werden und zwar mit mehreren 1000 V gegen Erde. Wenn ein positiv geladenes Teilchen sich in der Nähe des Mittelpunktes dieses Systems befindet, so wird es von der gerade negativ geladenen Elektrode angezogen und in sie hineingetrieben. In der hohlen Elektrode ist es zwar keinen elektrischen Kräften mehr ausgesetzt, unterliegt jedoch dem Einfluß des starken Magnetfeldes, das seine ursprünglich geradlinige Bewegungsbahn zu einem Kreisbogen krümmt. Nachdem das positive Teilchen einen Halbkreis beschrieben hat, kommt es an den Spalt zwischen den beiden Elektroden und wird nun von der anderen Elektrode angezogen, die jetzt gerade negativ ist, wenn die Frequenz richtig gewählt wurde. Das Teilchen erhält dadurch eine zweite Energiezufuhr zur ersten hinzu. Es läuft nun in der zweiten Elektrode schneller und beschreibt deshalb einen größeren Halbkreis, kommt wieder in dem Augenblick zum Spalt, wenn die erste Elektrode negativ geworden ist, erhält eine dritte Energiezufuhr usw. So beschreibt es einen spiralförmigen

[1]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) S. 570.

Weg, während seine kinetische Energie anwächst, so oft es den Spalt kreuzt, bis das Teilchen schließlich durch einen schmalen Schlitz in der zylindrischen Wand der einen Elektrode geschleudert wird, und zwar mit einer kinetischen Energie gleich der, die es auf dem Weg von einer Elektrode zur anderen erwirbt, multipliziert mit der Anzahl der Spaltkreuzungen. Es wird bewiesen, daß dieses Verfahren der aufeinanderfolgenden synchronisierten Impulse möglich ist, weil die Zeit t für den Weg über den Halbkreis von einer Elektrode zur anderen nicht vom Krümmungsradius abhängt, sondern konstant ist. Die richtige Wellenlänge für die Synchronisation findet man, indem man t gleichsetzt der halben Schwingungsperiode.

Südpol des Magneten

Nordpol des Magneten

1 Deckel der Vakuumkammer
2 Wasserstoffzuführung
3 Halterung und Zuführung für Heizdrähte
4 Beschießungskammer (in freier Luft)
5 Oszillator (in Gegentakt, abgestimmtes Gitter, abgestimmter Anodenkreis)
6 13 000 V-Dreiphasen-Vollweggleichrichter
7 Elektrodenträger
8 Glaszylinder
9 zu den Vakuumpumpen
10 Austritt der hochbeschleunigten Ionen aus den Elektroden
11 20 000 V (negativ)
12 elektrostatischer Ablenker
13 Vakuumdichter, dünnes Fenster

Abb. 6. Atombeschießungsmaschine nach Lawrence und Livingstone.

A r b e i t s v o r g a n g : Der „schwere Wasserstoff" wird in der Mitte der Kammer durch ein regelbares Ventil zugeführt. Die schweren Wasserstoff-Ionen oder Deuteronen werden durch Beschießung mit Elektronen gebildet, die zwei Heizdrähte liefern, welche über und unter dem Elektrodenspalt nahe dem Mittelpunkt der Kammer angebracht sind. Sobald die hochbeschleunigten Deuteronen die Wand der einen Elektrode erreichen, treten sie durch einen Schlitz heraus, und der Krümmungsradius ihrer Bahn wird durch ein elektrostatisches Feld ein wenig vergrößert. Dadurch kommen sie frei von der Wand der Elektrode und treten durch ein sehr dünnes, aber vakuumdichtes Metallfenster in einen Zylinder, der in die Seitenwand der Vakuumkammer eingelötet ist. Dieser bildet die eigentliche Beschießungskammer außerhalb des Vakuums. Der Oszillator ist für 25 m Wellenlänge in gewohnter Weise eingerichtet. Die Anoden werden von 13 000 V Gleichstrom gespeist.

Praktisch ist jedes von den 98 bekannten chemischen Elementen in den letzten Jahren zertrümmert worden, sei es mit Protonen, Deuteronen oder Neutronen. Bei der Zertrümmerung nimmt der getroffene Kern das Geschoß in sich auf, wird aber sofort in zwei Teile gesprengt. Der eine Teil ist entweder ein Proton oder ein α-Teilchen oder ein Neutron, der andere schwerere Teil ist ein Kern, der einem bekannten chemischen Element angehören kann oder auch nicht. Ist dies nicht der Fall, so ist ein radioaktives Element entstanden. Diese Kerne sind unbeständig und zerfallen etwas später plötzlich, indem sie entweder ein Elektron oder ein Positron, das die gleiche Masse wie dieses aber positive Ladung besitzt und oft einen γ-Strahl von hoher Energie aussenden. Der nach dem Zerfall zurückbleibende Teil ist fast immer ein gewöhnliches beständiges Element. Die Durchschnittszeit, die zwischen Formierung und Zerfall der Kerne vergeht, ist eine Konstante des betreffenden Elements.

A n w e n d u n g d e r r a d i o a k t i v e n E l e m e n t e : Der Zerfall an sich und die Bildung der beständigen Elemente ebenso wie das Auftreten der Energien dabei sind für den Physiker hochinteressant. Noch interessanter aber ist die Bildung der radioaktiven Elemente, die besonders für den Biologen von größter Bedeutung sind. Er hat einen billigen wirksamen Ersatz für Radium, der aber den großen Vorteil hat, daß er genau dosiert werden kann (Krebsbehandlung). Eine damit beschossene Salzlösung hat eine genau definierte Lebenszeit, in der nur eine ganz bestimmte Menge γ-Strahlen ausgesandt werden, so daß die lebendigen Gewebe nicht geschädigt werden können.

Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß man in naher Zukunft alle bekannten chemischen Elemente durch Beschießung mit Neutronen oder Deuteronen erzielen wird, daneben auch noch unbekannte radioaktive Elemente. Eine neue Wissenschaft ist geboren worden, die ebensogut Kernchemie wie Kernphysik genannt werden kann. [J. L i v i n g o o d , Electronics 8 (1935) S. 421.] *Ksf.*

Chemie.

621. 357. 74 **Elektrolytische Platinüberzüge.** — Das Überziehen von Kunst- und Schmuckgegenständen, Präzisionsgeräten und elektrischen Kontakten mit Platin hat in Japan in den letzten Jahren einen starken Auftrieb erfahren. Verschiedene Lösungen sind für diesen Zweck als Bäder in Vorschlag gebracht worden. So enthält z. B. eine Lösung auf den Liter Wasser 5 g Platin (als Platinchlorid), 45 g Ammoniumphosphat und 240 g Natriumphosphat. Man arbeitet mit warmer Lösung und einer Spannung von 4 V. Eine andere Lösung enthält auf den Liter Wasser 15 g Platinammoniumchlorid, 5 g Ammoniumchlorid, 100 g Zitronensäure und Ätzkalk zur Neutralisierung des Bades. Die Temperatur ist 80 °, die Spannung 5 bis 6 V. Von verschiedenen Seiten wurden mit diesen und anderen Bädern günstige Erfolge erzielt. Auch die Korrosionsversuche ergaben einen hohen Widerstand gegen den chemischen Angriff. [Kinzo S a d a k a t a , Japan Nickel Rev. 4 (1936) S. 85/93.] *Kp.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Verkehrswissenschaftliche Tagung 1936. — Am 23. 3. d. J. veranstaltete der Verkehrswissenschaftliche Forschungsrat beim Reichsverkehrsministerium und der VDI eine verkehrswissenschaftliche Tagung. Während der erste Teil der Vortragsreihe wirtschaftswissenschaftlichen Verkehrsfragen gewidmet war, wurden im zweiten Teil die technisch - wissenschaftlichen Fragen des Schienen-, Schiffs-, Luft- und Kraftwagenverkehrs behandelt. Durch den Vortrag von Herrn Dr.-Ing. E. h. L e i b b r a n d erfuhr man, daß die Geschwindigkeit sowohl der Güterzüge als auch der Personenzüge in den letzten Jahren erheblich gesteigert werden konnte. Die Reichsbahn legt den Hauptwert nicht auf Spitzenleistungen einiger weniger Schnelltriebwagen oder Überschnellzüge, sondern auf eine höhere D u r c h s c h n i t t s reisegeschwindigkeit. Diese ist von 1932 bis 1935 um mehr als 10 % gestiegen, wobei gleichzeitig der Fahrplan stark verdichtet wurde, und zwar von 1921 bis 1935 um rd. 75 %. Diese Fahrplanverdichtung wurde bei den nicht elektrisierten Strecken mit dieselelektrischen Triebwagen und bei den elektrisierten Strecken mit Wechselstromtriebwagen erreicht. Herr Leibbrand betonte, daß diese Triebwagen sich vollauf bewährt haben, und zwar sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht, während die kleinen Dampfzüge, die demselben Zweck einer Verdichtung des Fahrplans dienen, wirtschaftlich noch nicht befriedigten. — Die Vorträge über die anderen Gebiete gaben dem Zuhörer ebenfalls ein anschauliches Bild über die gegenwärtigen Verkehrsfragen. *Hs.*

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Isolier-Preßstoffe in der Installationstechnik.

Von Ing. L. Roos, Berlin.

621. 315. 616. 96

Übersicht. Über den Aufbau, die Eigenschaften, das Verarbeiten und die Anwendung der Pheno- und Aminoplaste soll das Wichtigste gesagt werden*). Auf die geschichteten Kunstharz-Isolierstoffe wie Hartpapier- und Hartgewebe sei noch verwiesen. Sie fallen aber nicht unter die Isolierpreßstoffe, die hier behandelt werden sollen[1]).

Aus dem großen Gebiet der plastischen Kunststoffe kommen für die Installationstechnik fast ausschließlich die Kunstharz-Preßmassen in Frage, und von diesen wiederum nehmen die Phenoplaste, die nach dem Warmpreßverfahren verarbeitet werden, die wichtigste Rolle ein.

Die gute Verformbarkeit, die große Herstellungsgenauigkeit, die wertvollen mechanischen, elektrischen und chemischen Eigenschaften erschließen den Kunstharz-Preßmassen immer neue Anwendungsmöglichkeiten nicht nur als Isolierstoff, sondern vor allen Dingen auch als Baustoff. Daß die Kunstharz-Preßmassen auch im allgemeinen Maschinenbau Eingang gefunden haben, sei nur nebenbei erwähnt.

Abb. 1. Schematischer Aufbau eines Phenoplastes.

A u f b a u : Der Aufbau eines Phenoplastes ist schematisch in Abb. 1 dargestellt. Das Phenolharz ist ein Kondensationsprodukt von Phenol bzw. Kresol und Formaldehyd. Die Ausgangsstoffe sind Steinkohlenteer und Holz, also Stoffe, die im Inland in genügender Menge zur Verfügung stehen. Je nach dem Füllstoff der zur Anwendung gelangt, unterscheidet man:

Phenoplast mit organischen Fasern oder Geweben (z. B. Typ S, O u. T),

Phenoplast mit anorganischen Fasern (Asbest) (z. B. Typ 1).

Durch den Zusatz von Härtungsbeschleunigern und Fließmitteln erhält man die sogenannten Schnellpreßmassen. Beim Verarbeiten dieser Massen wird die Herstellungszeit des Preßstückes bedeutend verkürzt. Die Phenoplaste sind neben der Typenbezeichnung unter Markennamen wie Bakelite, Resinol, Neoresit, Trolitan u. a. m. im Handel.

Die Aminoplaste entsprechen im Aufbau den Phenoplasten, nur daß an Stelle des Phenol die Harnsäure tritt. Das Kondensationsprodukt ist das Karbamidharz. Aminoplaste sind unter der Bezeichnung Typ K im Handel und werden nur von einer Firma hergestellt.

E i g e n s c h a f t e n : Die gummifreien Isolierpreßstoffe sind schon seit Jahren hinsichtlich ihres Aufbaues und damit auch ihrer Eigenschaften näher festgelegt und typisiert worden. Das staatliche Materialprüfungsamt überwacht ständig den Aufbau der Preßmassen, und künftig wird wohl auch am fertigen Preßteil die Verarbeitung der Preßmassen überwacht werden, was nur wünschenswert wäre. Nach dem neuesten Stand sind 14 Typen festgelegt, darunter fünf Warmpreß-Phenoplaste (Typ 1, M, O, S u. T) und ein Aminoplast Typ K. Durch die Typisierung sind Mindestwerte der Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, Wärmefestigkeit, Glutfestigkeit und des Oberflächenwiderstandes festgelegt. Hierfür sind auch vom VDE Prüfvorschriften ausgearbeitet worden[2]). Als Isolierstoff kommen die Kunstharz-Preßmassen für Spannungen bis 1000 V in Frage. Aus der Typisierungstabelle[3]) kann man schon erkennen, daß Kunstharz-Preßmassen mit organischen Füllstoffen (Holzmehl, Gespinst, Gewebe) hohe m e c h a n i s c h e Festigkeiten aufweisen und daß dagegen Phenoplaste mit anorganischen Füllmitteln (Asbestfaser) bessere t h e r m i s c h e Eigenschaften besitzen. Außer den fünf aufgeführten Eigenschaften hat besonders der Konstrukteur noch die Kriechstromfestigkeit sowie das Verhalten der verschiedenen Preßmassen unter Einfluß von Feuchtigkeit und Wärme zu beachten.

Für Installationsmaterial genügt in den weitaus meisten Fällen der Holzmehl-Phenoplast Typ S. Wenn die mechanische Festigkeit nicht ausreicht, so wird man zum Gewebe-Phenoplast Typ T oder Typ M greifen müssen, dessen Schlagbiegefestigkeit von etwa 15 bis 20 cmkg/cm² diejenige von Gußeisen übertrifft. Muß besonders auf thermische Beanspruchung Rücksicht genommen werden, so wählt man zweckmäßig Typ 1 oder Sonder-Preßmassen, z. B. „Minotext" mit einer Wärmefestigkeit von 200 Martensgraden und mehr. Die Kriechstromsicherheit, die bei Träger Spannung führender Metallteile eine wichtige Rolle spielt, ist nicht etwa nur eine Baustofffrage, sondern ist durch die konstruktive Durchbildung und Formgebung fast immer zufriedenstellend zu lösen, was die Praxis bestätigt hat.

Durch die chemische Beständigkeit der Kunstharz-Preßmassen werden diese zu einem wichtigen Baustoff. Überall dort, wo Installationsmaterial chemischen Beanspruchungen ausgesetzt ist, verwendet man seit Jahren mit Erfolg die Kunstharz-Preßmassen. Metallgekapselte Teile werden immer mehr durch den sehr widerstandsfähigen Isolierpreßstoff ersetzt. Die Phenoplaste sind beständig gegen verdünnte organische und mineralische Säuren, gegen Alkalien in mittlerer Konzentration und gegen schwache Basen. Atmosphärische und chemische Einwirkungen machen wohl die Hochglanz-Oberfläche von Preßteilen rauh und stumpf, die Verwendungsfähigkeit wird aber dadurch nicht beeinträchtigt.

Die Pheno- und Aminoplaste können in vielen Farbabstufungen hergestellt werden. Aminoplaste sind lichtbeständig.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die wertvollen Baustoffeigenschaften nur dann voll und ganz nützlich zur Auswirkung kommen, wenn dem Verwendungszweck des Preßteils entsprechend die Werkstoffwahl wohldurchdacht, der konstruktive Aufbau werkstoffgerecht durchgeführt ist und wenn vor allen Dingen beim Preßprozeß die nötige Sorgfalt waltet.

V e r a r b e i t u n g : Das Verarbeiten der Schnellpreßmassen, die für Installationsmaterial fast ausschließlich genommen werden, geschieht nach dem Warmpreßverfahren. Die oben erwähnten Preßmassen werden in Stahlformen unter Druck und Hitze zu dem gewünschten Preßteil geformt. Dabei wird das Kunstharz weiter kon-

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 7. 1. 1936, vor den VDE-Jungingenieuren.
[1]) Siehe auch ETZ 56 (1935) H. 10, S. 269 bis 291.
[2]) VDE 0302 bis VDE 0308 und VDE 0320.
[3]) ETZ 57 (1936) H. 14, S. 403.

densiert und ausgehärtet. Die Preßmasse erstarrt nun und ist praktisch unlöslich geworden. Die Preßformen, meist Ober- und Unterteil, in welche die Form des Preßlings eingearbeitet ist, werden in eine mechanische oder hydraulische Presse eingebaut und bei Phenoplasten auf etwa 170 ° C und bei Aminoplasten auf etwa 145 ° C erhitzt. Nachdem das Formenunterteil mit pulverförmiger oder tablettierter Preßmasse beschickt wurde, wird die Form zugefahren und die Preßmasse unter Druck gesetzt, der sich langsam steigert. Die Preßmasse wird plastisch und füllt sämtliche Hohlräume der Preßform aus. Zwecks Aushärtung des Preßlings muß die Form nun eine gewisse Zeit unter Druck und Hitze geschlossen bleiben. Diese Härtezeit, auch Stehzeit genannt, richtet sich nach der größten Wandstärke des Preßlings und beträgt bei Phenoplasten 20 bis 30 s je mm Wandstärke. Daraus ergibt sich die Forderung, daß der Preßling möglichst überall gleichmäßige Wandstärken aufweisen soll und daß Materialanhäufungen an einzelnen Stellen zu vermeiden sind, weil dadurch die Härtezeit verlängert wird. Nach dem Öffnen der Form wird der Preßling ausgestoßen und wird dann nur noch entgratet.

Die Preßtemperatur, der Preßdruck und die Härtezeit sind die wichtigsten Faktoren bei der Verarbeitung und bestimmen die Güte des fertigen Stückes. Der spezifische Preßdruck schwankt je nach der Form des Preßlings zwischen 150 bis 500 kg/cm².

Metallteile können auch mit eingepreßt werden. Diese sind dann so anzuordnen und zu bemessen, daß sie durch den hohen Preßdruck nicht aus ihrer Lage kommen bzw. deformiert werden. Auch ist der ungleiche Wärmeausdehnungskoeffizient zu berücksichtigen.

Anwendung: Die Kunstharz-Preßstoffe dienen als Bau- und Isolierstoff für Installationsmaterial aller Art (Schalter, Steckvorrichtungen, Abzweig- und Verbindungskästen, Sicherungskästen usw.), gleichviel ob diese in trockenen oder feuchten Räumen oder im Freien angebracht werden.

Trägerfrequente Rundfunkübertragung auf Freileitungen.

621. 396. 97 : 621. 315. 17

Die tonfrequenten Sprechwege auf Freileitungen erfüllen nicht die hohen Forderungen, die an eine technisch einwandfreie Rundfunkprogramm-Übertragung zu stellen sind. Oftmals können sie aus Mangel an Fernsprechverbindungen für die Zwecke des Rundfunks auch nicht freigemacht werden. Eine elektrisch und wirtschaftlich günstige Lösung ergibt sich unter Verwendung neuzeitlicher Trägerfrequenzsysteme. Durch geeignete Wahl der Trägerfrequenz läßt sich sogar erreichen, daß die auf der Leitung bereits eingerichteten oder geplanten Trägerfrequenz-Fernsprechverbindungen in keiner Weise gestört werden. Die größte und neuzeitlichste Verbindung dieser Art wurde im vorigen Jahr von der Siemens & Halske AG im Auftrag der norwegischen Verwaltung für die über 2000 km lange Verbindung Lilleström—Vadsö geliefert[1]). Auf dieser Strecke sind zwei Fernsprech-Stammleitungen und die daraus gebildete Viererleitung vorhanden. Auf jeder der beiden Leitungen sind neben der NF-Fernsprechverbindung zur Mehrfachausnutzung ein UT-Kanal und drei Trägerfrequenz-Fernsprechkanäle eingerichtet, die den Frequenzbereich bis 30 kHz belegen.

Auf Grund umfangreicher Messungen der norwegischen Telegraphenverwaltung wurde festgestellt, daß nach Auswechslung der an mehreren Stellen eingesetzten Kabel gegen solche mit erhöhter Grenzfrequenz (60 kHz) ein trägerfrequenter Rundfunkkanal zwischen 30 und 50 kHz untergebracht werden konnte, wenn zu den beiden Endämtern in Lilleström bei Oslo und Vadsö in 7 weiteren Orten: Koppang, Trondheim, Mosjön usw. Zwischenverstärkerämter eingerichtet wurden. Neben einer Reihe anderer Bedingungen sollte es in den Zwischenämtern, außer Koppang, auch möglich sein, Rundfunkdarbietungen aufzunehmen bzw. die durchkommenden Programme an die örtlichen Sender abzuführen. Die Umschaltung von der einen auf die andere Betriebsart muß durch einen oder wenige Handgriffe vorgenommen werden können.

Als Träger wurde die Frequenz 42,5 kHz gewählt; das untere Seitenband von 42,47 bis 34,5 kHz (entsprechend einem übertragenen Tonfrequenzbereich von 30 bis 8000 Hz) wird übertragen, das obere Seitenband und die Trägerfrequenz selbst werden unterdrückt. Die Beschränkung auf die Übertragung nur eines Seitenbandes ist erforderlich, um Frequenzband zu sparen und um Verzerrungen zu vermeiden, die durch Laufzeitunterschiede zwischen den beiden Seitenbändern entstehen können. Die Trennung der beiden Seitenbänder ist vor allem bei den tiefen Frequenzen des Rundfunkbandes, d. h. bei 30 Hz schwierig. Die Flankensteilheit normaler Filter reicht hier nicht aus. Es liegt deshalb in Reihe mit dem Modulationsfilter, das die Sperrdämpfung unter 34 kHz und über 43 kHz bewirkt, ein Kristallfilter, das den erforderlichen steilen Dämpfungsanstieg im Bereich von 42 470 und 42 530 Hz bewirkt. Es besteht aus einem durch einen Thermostaten auf gleicher Temperatur gehaltenen Quarzkristall, der als Kopplungsglied zwischen zwei Verstärkerröhren liegt. Am Empfangsort setzt man die Trägerfrequenz wieder zu und gewinnt so das Tonfrequenzband zurück. Die Frequenzwandlung im Sender und Empfänger erfolgt nicht durch Röhren, sondern durch Kupferoxydul-Gleichrichter.

Während bei Fernsprechsystemen zwischen den Trägerfrequenzen am Sende- und Empfangsort Unterschiede von einigen Hz ohne Beeinträchtigung der Sprachgüte zugelassen werden können, macht sich bei Musikübertragung bereits eine Abweichung von 1 Hz störend bemerkbar. Die Trägerstromgeneratoren der einzelnen Ämter werden deshalb durch eine vom Sendeort übertragenen Steuerfrequenz von 34 kHz geregelt (sog. „Mitziehen"), Steuerfrequenz und Trägerfrequenz stehen in einem einfachen Zahlenverhältnis von 34 : 42,5 kHz = 4 : 5 zueinander.

Der relative Seitenbandpegel am HF-Ausgang der Geräte ist normalerweise auf + 1,9 N eingestellt. Er kann aber auf maximal + 2,4 N erhöht werden. Der bei Lautstärkespitzen maximal zulässige absolute Pegel beträgt an der gleichen Stelle etwa + 3,2 N (HF-Nutzpegel). Die Reichweite des Systems hängt hauptsächlich von der Größe des HF-Störpegels der Leitung ab. Bei einwandfreien Freileitungen, wie sie in Norwegen zur Verfügung stehen, ist der Pegel der Störgeräusche im Frequenzband des Rundfunkkanals in der Regel geringer als — 8,5 N. Damit ergibt sich nach den Empfehlungen des CCI für die Lautstärkespitzen ein minimaler Empfangspegel von — 2,5 N und bei einem maximalen Sendepegel von + 3,2 N ein Wert von etwa 5,5 N für die in diesem Falle zulässige Leitungsdämpfung. Die Geräte sind bezüglich der Verstärkung so bemessen, daß noch eine Verstärkerfelddämpfung von 6 N überbrückt werden kann, ohne daß die NF-Restdämpfung den Normalwert 0 N überschreitet. Die Entfernung der einzelnen Ämter ist jedoch so gewählt worden, daß bei ungünstiger, feuchter Witterung nicht größere Leitungsdämpfungen als etwa 4,5 bis 5 N zwischen ihnen vorhanden sind, um noch bei Auftreten besonders hoher Dämpfungen (z. B. durch teilweise Vereisung der Leitung) einen genügend großen Abstand vom Störpegel zu haben.

Zur tonfrequenten Überwachung der Rundfunkübertragung befindet sich in jedem Amt ein tragbarer hochwertiger Lautsprecher mit einem besonderen Abhörverstärker. Sämtliche Ämter haben ferner einen Höchstwertzeiger, um die Darbietungen auf Übersteuerungen beobachten zu können, die wichtigeren Ämter außerdem einen Mindestwertzeiger, um auch zu geringe Aussteuerung festzustellen und von Zeit zu Zeit die Geräuschspannungen nachprüfen zu können. — Die Heiz- und Anodenspannungen werden von Stromversorgungseinrichtungen geliefert, an die auch die in den Ämtern vorhandenen übrigen Trägerfrequenz-Fernsprecheinrichtungen angeschlossen sind.

A. Haag.

[1]) Siemens-Z. 16 (1936) S. 22.

Drehstrom-Magnetbremslüfter mit Luftdämpfung.

Von F. Jungblut, Mannheim.

621. 34-59 : 621. 87

Übersicht. Im Anschluß an den Aufsatz „Mechanische und elektrische Bremsung bei Hebezeugen"*) werden im folgenden die Ausführungen über die Drehstrom-Magnetbremslüfter (DS-Bremslüfter) mit Luftdämpfung (S. 47/48 des erwähnten Aufsatzes) auf Grund der neuesten Entwicklung ergänzt. Die Eigenschaften des DS-Magnetbremslüfters für die Betätigung der Bremsen bei Hebezeugen und sonstigen aussetzenden Betrieben werden behandelt, die Ursachen für seine häufigen Störungen untersucht und gezeigt, daß sie durch konstruktiv richtigen Aufbau des Lüfters restlos beseitigt wurden. An Hand von Kurven wird der vorteilhafte Einfluß einer unabhängig voneinander arbeitenden regelbaren Hub- und Falldämpfung erläutert und nachgewiesen, wie gut sich der DS-Lüfter mit Luftdämpfung den grundsätzlichen Forderungen des Bremsbetriebes anpaßt.

Der Drehstrom-Bremslüfter hat die unangenehme Eigenschaft, beim Einschalten einen sehr hohen Strom aufzunehmen, der zwar nach erfolgtem Anzug sofort auf einen sehr kleinen Wert zurückgeht, aber innerhalb kurzer Zeit zu Spulenbränden und damit zu empfindlichen Betriebsausfällen führt, wenn der Kern des Lüfters beim Anziehen gehemmt wird. Dies ist der Fall, wenn eine Phase unterbrochen ist, das Bremsgestänge oder der Kern des Lüfters klemmt. Die mechanischen Mängel im Bremsgestänge stellen sich in der Regel sofort bei der Inbetriebnahme heraus, so daß sie, ohne Schaden angerichtet zu haben, beseitigt werden können.

Der unmittelbare Schutz durch Sicherungen oder thermische Überstromauslöser ist bei dem großen unterschiedlichen thermischen Verhalten der Relais gegenüber dem Lüfter zwecklos. Der Einschaltstrom des Lüfters beträgt das 60- bis 80fache des Haltestromes, so daß eine Schutzeinrichtung, die den thermischen Anforderungen genügt, die Wicklungen des Lüfters bei den im Hebezeugbetrieb üblichen hohen Schalthäufigkeiten doch nicht schützt. Es sind dagegen Schutzschaltungen in Verbindung mit Überstromautomaten entwickelt worden, die sich bei kleinen und mittleren Schalthäufigkeiten, wie sie im leichten und gewöhnlichen Betrieb vorkommen, gut bewährt haben. Sie sollen aber hier nicht näher behandelt werden.

Abb. 1. Drehstrom-Magnetbremslüfter mit regelbarer, für Hub und Fall getrennt einstellbarer Luftdämpfung.

DS-Bremslüfter, die den Ansprüchen nicht genügen, weisen meistens folgende Mängel auf: zu leichte Bauart, sinnwidrige Luftdämpfung, Fehlen einer Führung für Kern und Kolben, falsche Spulenbefestigung und lose Kupplung zwischen Kern und Dämpferkolben.

Derartige Mängel führen zu den Betriebsstörungen, die in dem erwähnten Aufsatz angeführt wurden. Ein nach den für die mechanischen Bremseinrichtungen geltenden Konstruktionsgrundsätzen ausgeführter DS-Bremslüfter ist den übrigen Bremsgeräten nicht nur ebenbürtig, sondern er hat noch weitere Vorzüge, die seine einzige unangenehme Eigenschaft, nämlich die hohe Einschaltstromstärke, ausgleichen. Der in Abb. 1 dargestellte DS-Bremslüfter hat alle Eigenschaften, die einen störungsfreien Betrieb auch bei solchen Verhältnissen sicherstellen, bei denen andere Bremsgeräte oft versagt haben. Erreicht wird dies durch den sorgfältigen mechanischen Aufbau und durch eine vollkommene Luftdämpfung, die die diesen Bremslüftern sonst anhaftenden Nachteile restlos beseitigt.

Abb. 2. Der Deckel mit festem Kern und der Spulenkörper mit kurzschlußsicher eingebauten Zugspulen.

Den besten Beweis für die hervorragenden Eigenschaften dieses DS-Bremslüfters erbrachte ein Schaltversuch in einem Hüttenwerk. Nach vielen Millionen Schaltungen bei einer stündlichen Schalthäufigkeit von 800 bis 1000 waren nennenswerte mechanische Abnutzungen weder beim Blechpaket noch an den übrigen Teilen festzustellen. Diese harte Prüfung wurde bestanden, weil:

1. die Spulen mit ihren Trägern fest zwischen zwei Spulenrahmen aus unmagnetischem Metall unter starkem achtfachem Federdruck[1]) zusammengehalten werden, Abb. 2. Schwindmaße der Spulen infolge dauernder Stromwärme gleichen sich also sofort aus;
2. sachgemäß verlegte, gut gesicherte Ableitungen und der Zusammenbau des Klemmbrettes mit Spulenkörper Leitungsbrüche und damit einphasiges Arbeiten ausschließen. Die Spulenableitungen sind mit den Anschlußbolzen hart verlötet;
3. starre Kern- und Kolbenverbindung mit guter Gleitführung in Schienen ein Verdrehen und Ecken des Kernes verhindern, wodurch Spulenschäden durch Aufreiben unmöglich gemacht werden;
4. harte Endschläge und magnetisches Kleben durch die Abdrückfedern und den Ventilabschluß gut gedämpft werden. Die Vorspannung der Abdrückfedern läßt sich durch Kronenmuttern einstellen;
5. das Blechpaket durch neun Bolzen und starke Endbleche zusammengehalten und dadurch ein Aufblättern verhütet wird.

Die Wirkungsweise der getrennt regelbaren Hub- und Falldämpfung[2]) soll an Hand der Abb. 3 und 4 kurz erläutert werden. Beim Hub wird die Bremse schnell gelüftet und die über dem Kolben befindliche Luft zusammengepreßt. Dadurch wird das Hubventil fest geschlossen, so daß die Luft nur durch den Hubkanal entweichen und durch das sich öffnende Hubventil unter dem hochgehenden Kolben in den Dämpfertopf einströmen kann. Die im Kanal eingebaute Stellschraube regelt den Luftdurchlaß und damit die Hubzeit. Gegen Ende des Hubes schließt der Kolben den Hubkanal so rechtzeitig ab, daß das noch vorhandene Luftpolster auch bei kurzen Hubzeiten den Schlag des Kernes stark abschwächt. Beim Fall sind die Vorgänge umgekehrt.

Die für Hub und Fall in weiten Grenzen einstellbaren Zeiten sind in Abb. 4 zusammengestellt. Die Kurven *1* zeigen den gedämpften Hub und Fall für hohe Schaltzahlen bis zu etwa 1000/h. Hier werden die Schläge schon

*) ETZ 57 (1936) H. 2, S. 47

[1]) DRP Nr. 254 783.
[2]) DRP Nr. 254 783.

spürbar, aber der Endzug wird durch das Abschließen des Hubkanals kurz vor dem Aufschlag abgefangen.

Die Kurven *2* zeigen die normale Dämpfung. Wir erkennen, wie vorbildlich die Hubkurve den Lüftvorgang vollzieht. Die Bremsbacken oder Bänder werden schnell ab-

Abb. 3. Schnitt durch den Hubraum des DS-Bremslüfters.

gehoben, dann setzt die Dämpfung ein (Zusammenpressen der Luft über dem Kolben), die Luft entweicht durch das Ventil, das gegen Hubende abgeschlossen wird und so den Schlag gut abdämpft.

Abb. 4. Zusammenstellung der praktisch möglichen Hub- und Fallzeiten für den Drehstrom-Magnetbremslüfter. (Größe LB 42, 60 mm Hub.)

Die Fallkurve beweist ebenfalls die guten Eigenschaften der Dämpfung. In der Regel werden wegen des Bremsbelagverschleißes nur ¾ bis ⅔ des Hubweges ausgenutzt. Der Bremsvorgang spielt sich beim ungünstigsten Fall, d. i. bei ⅔ Hubausnutzung, folgendermaßen ab: ⅓ Totweg, denn Bremse muß, wenn gelüftet, vollkommen frei sein; ⅓ für allmähliches Anziehen der Bremsen und ⅓ Reserve für fortschreitenden Bremsbelagverschleiß; dann folgt neues Einstellen der Bremse. Ein Vergleich mit der Fallkurve läßt die volle Übereinstimmung erkennen. Erstes Drittel: Totweg wird schnell durchlaufen; zweites Drittel: Bremsen legen sich sanft auf, ziehen dann allmählich an, und zwar über den ganzen restlichen Fallweg gleichmäßig bis zu dem durch fortschreitenden Bremsbandverschleiß notwendigen Nachstellen der Bremsen.

Eine so gute Übereinstimmung mit den grundsätzlichen Forderungen eines vollkommenen Lüft- und Bremsvorganges läßt sich z. B. mit dem Motorbremslüfter und dem Magnetbremslüfter mit Öldämpfung niemals erzielen. Beim gleichmäßigen Fall des Ölbremslüfters ist die sofort einsetzende gleichmäßige Bremsung gar nicht möglich, denn jede Bremse hat einen Totweg. Der Motorbremslüfter hat gewiß seine Vorzüge, aber er arbeitet infolge der Bewegung des Kurbelzapfens auf einem Kreisbogen zu träge und zum Teil den vorstehend erwähnten grundsätzlichen Forderungen entgegengesetzt.

Wie weit sich diese für einen vollkommenen Lüft- und Bremsvorgang ausgezeichneten Regelvorgänge treiben lassen, zeigen die Kurven für den voll gedämpften Hub und Fall (Abb. 4). Es lassen sich zwischen Kurven *1* und *3* für alle praktischen Betriebsfälle vorkommenden Forderungen erfüllen. Der Hub wird stets kurz sein, was wegen der hohen Einschaltstromstärke auch erwünscht ist. Der Fall kann, da stromlos, unabhängig vom Hub für jedes beliebig sanfte Bremsen eingestellt werden. Das war bisher bei keiner Luftdämpfung möglich, denn bei diesen geht das Dämpfen des harten Schlages auf Kosten des Falles und umgekehrt. Daher das an anderer Stelle[3]) mit Recht als gefährlich bezeichnete plötzliche Einfallen der Bremsen. Die langen Zeiten, für Hub 22 s und Fall 17,2 s — im praktischen Betrieb niemals verlangt —, wurden bewußt deshalb gewählt, um den durch den nicht zu vermeidenden natürlichen Verschleiß des Dämpferkolbens und der Stopfbüchsen auftretenden Luftverlust durch Nachstellen der Regelschrauben ausgleichen zu können.

Zusammenfassung.

Der DS-Magnetbremslüfter mit Luftdämpfung erfüllt bei sorgfältigem Aufbau, bei getrennt einstellbarer Hub- und Falldämpfung alle Forderungen, die an ein betriebssicheres Bremsgerät für den rauhen Hebezeugbetrieb gestellt werden müssen. Sein einfacher mechanischer und elektrischer Aufbau, seine anspruchslose Wartung und sein geringer Anschaffungspreis sichern ihm stets ein weites Anwendungsgebiet.

[3]) C. Schiebeler, ETZ 57 (1936) H. 2, S. 48.

Durchschlagkurve für feste Isolatoren.

621. 315. 614. 65. 015. 5

Um die Durchschlagwerte von Preßspan in Abhängigkeit von der Beanspruchungsdauer für den ganzen Bereich einer Zeitdauer von den kürzesten Spannungsstößen (von 0,3 µs an) bis zu Dauerbeanspruchungen von mehreren Minuten zu untersuchen, benutzte V. M. Montsinger einzelne in Öl eingetauchte Preßspanplatten von $^1/_{16}$ " (1,6 mm) Wandstärke zwischen zwei quadratischen Metallelektroden von oben 5, unten 10 cm Seitenlänge[1]). Dieses stark ungleichförmige Feld (wozu sicher außerdem noch störende Einflüsse durch die unter Öl besonders nachteiligen Randentladungen an den scharfen Ecken treten, zumal 90 % aller Durchschläge am Rand der Elektroden erfolgten! Der Ber.) wurde deshalb gewählt, um den in elektrischen Geräten oft besonders ungünstigen Isolationsverhältnissen Rechnung zu tragen. Für die elektrischen Stoßversuche wurde eine positive Stoßwelle von 2,5 µs Stirndauer und 40 µs Halbwertdauer (nach amerikanischer Bezeichnungsweise) benutzt, wobei, um die kurzen Durchbruchzeiten zu erreichen, mit großem Spannungsüberschuß gearbeitet wurde.

Die Versuche ergaben, daß die Durchschlagwerte drei verschiedene, deutlich ausgeprägte Gebiete besitzen: ein Gebiet A, in welchem, beginnend von den kürzesten Spannungsstößen bis zu solchen von 3 µs Dauer, die Durchschlagspannung stark (von 500 % des 1 min-Wertes auf etwa 310 %) absinkt, ein Gebiet B von 3 µs bis zu etwa 50 000 µs = $^1/_{20}$ s Dauer (entsprechend 3 Perioden), wo die Durchschlagspannung ganz konstant bleibt, und endlich ein Gebiet C, wo sie etwa nach der Gleichung

$$U_d = K\left(0,35 + \frac{0,65}{\sqrt[4]{T}}\right) \text{ in kV}$$

(K = 1 min-Wert, T = Zeit in Minuten) abnimmt und sich asymptotisch einem Grenzwert nähert. Die verschiedene Durchschlagabhängigkeit in den drei Gebieten A, B und C scheint auf einen ganz verschiedenen Durchschlagmechanismus hinzudeuten, worauf bereits frühere Forscher bei Versuchen über den Einfluß der Temperatur hingewiesen haben. Auffällig ist jedenfalls die Konstanz der Durchschlagwerte während der langen Zeitspanne zwischen 3 µs bis zu 50 000 µs oder 100 000 µs. Genauere Messungen der Durchschlagverhältnisse bei verschiedener Beanspruchungsdauer im wirklich gleichförmigen Feld sind daher dringend erwünscht. W. Weicker VDE.

[1]) V. M. Montsinger, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1300.

VERBANDSTEIL.

Der Verband erfüllt hiermit die traurige Pflicht, Kenntnis zu geben von dem plötzlichen Ableben eines seiner treuesten und regsamsten Mitglieder, seines langjährigen Vorstandsmitgliedes, des Herrn Oberbaurats a. D.

Aloys Höchtl

Mehr als 40 Jahre hat der Verstorbene erfolgreichen Anteil an den Arbeiten des Verbandes genommen und sie durch seinen persönlichen Einsatz und sein Mitwirken in entscheidenden Dingen oft maßgeblich beeinflußt.

Der Verlust dieses verdienstvollen Mitarbeiters ist um so tragischer, als in diesem Jahre sein Wunsch, die Mitgliederversammlung des Verbandes wieder einmal in München stattfinden zu lassen, in Erfüllung gehen sollte. Mit großer Liebe hat er sich den Vorarbeiten für diese Mitgliederversammlung gewidmet, bis ein plötzlicher Tod seinem erfolgreichen Schaffen ein Ziel setzte. Das Fehlen seiner Arbeitskraft und Hilfsbereitschaft wird von uns in diesem Jahre besonders schmerzlich empfunden.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Ohnesorge
Staatssekretär

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

VDE 0280

Merkblatt

zur Herstellung von Verbindungsstellen bei Aluminiumleitern in Starkstromanlagen.

(Nicht gültig für Freileitungen.)

Dieses Merkblatt hat den Zweck, dem Monteur eine Anleitung zu geben, wie eine sachgemäße Verbindung von Aluminiumleitungen und Kabeln auszuführen ist. Es wird aber darauf hingewiesen, daß eine eingehende Schulung der Monteure notwendig ist, um einwandfreie Verbindungen herstellen zu können.

Es kommen hauptsächlich folgende Verfahren für die Herstellung von Verbindungen in Frage:

1. Weichlötung
2. Flammen-Schweißung
3. Gieß-Schweißung
4. Elektrische Schweißung.

Bei allen diesen Verfahren ist darauf zu achten, daß die Isolation der Leiter bei dem Arbeitsgang nicht leidet oder beschädigt wird.

1. Weichlötung.

Die Leiterisolation ist von der Ader so weit zu entfernen, daß zwischen der Isolation und der aufzulötenden Verbindungshülse oder dem Kabelschuh der Leiter ungefähr 10 bis 15 mm frei bleibt. Dicht an der abgesetzten Isolierung ist der Aluminiumleiter mit einem Drahtbund aus Aluminium zu versehen, der aber nicht zu fest sein darf, damit eine Beschädigung der Aluminiumdrähte vermieden wird. Zweckmäßig ist die Aderisolierung gegen Verschmutzung und gegebenenfalls Anbrennen durch eine Bewicklung mit schwer entflammbarem Faserstoffband oder Asbest zu schützen.

Da die Oxydhaut der Aluminiumdrähte eine metallische Bindung verhindert, muß sie vorher sorgfältig entfernt werden. Zu diesem Zwecke werden die Drähte des Leiters auseinander gebogen, von der Kabeltränkmasse befreit und dann, z. B. mit einer Drahtbürste, blank gerieben. Es ist darauf zu achten, daß diese gereinigten Stellen nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Unmittelbar darauf sind die gesäuberten Einzeldrähte mit einer kleinen Lötlampe zu erwärmen und ein geeignetes Metallisierungslot etwa mit einem Drahtpinsel solange aufzureiben, bis die Drähte allseitig eine Metallschicht angenommen haben.

Es ist darauf zu achten, daß das Metallisierungslot nicht nur auf der Oberfläche der Drähte aufliegt, sondern sich innig mit den Aluminiumdrähten verbindet. Nach der Metallisierung aller Drahtenden werden die Drähte in ihre ursprüngliche Lage zurückgebogen. Darauf werden die Leiter in die Löthülse bzw. in den Kabelschuh eingeführt, und zwar bei den Hülsen so weit, daß die beiden Leiter in der Mitte zusammenstoßen, bei den Kabelschuhen bis zum Ende der Bohrung.

Nun ist die Verbindungsstelle mit einer Lötlampe anzuwärmen und die Hülse mit einem für Aluminiumlötungen besonders geeigneten Speziallot auszufüllen. Bei waagerechter Lage der Lötstelle wird die Lötung am einfachsten durch Übergießen mit flüssigem Lot ausgeführt. Das abfließende Lot muß in einem untergehaltenen Behälter aufgefangen werden. Die Hülse wird nun solange mit flüssigem Lot übergossen, bis die Lötstelle genügend durchgewärmt ist, wodurch ein gutes Eindringen des Lotes in die Lötstelle gewährleistet wird. Es ist darauf zu achten, daß solange nachgegossen wird, bis die Hülse vollständig gefüllt ist und das Lot nicht mehr nachsackt. Das Nachsacken kann durch zeitweiliges leichtes Beklopfen der Lötstelle beschleunigt werden. Nach Erkalten der Lötstelle entfernt man das übrige Lot und glättet die Lötstelle. Hiernach sind die Schutzbewicklungen und Abbindungen zu entfernen. Bei Anwendung von Reaktionsloten kann unter Umständen von einem besonderen Reinigen und Vormetallisieren der Einzeldrähte Abstand genommen werden. Nach der Lötung sind noch vorhandene Flußmittelreste zu entfernen.

2. Flammen-Schweißung.

Zunächst wird die Kabelisolation vom Leiterende an ungefähr 60 mm entfernt und dicht neben der Isolation auf den Leiter ein Drahtbund aus Aluminium gesetzt, der nicht zu fest sein darf, damit eine Beschädigung der Aluminiumdrähte vermieden wird. Das Ende der Leiterisolierung wird mit Asbest bewickelt, damit keine Verbrennung oder Beschädigung beim Schweißen eintritt. Die blanken Leiter sind mit Benzin abzuwaschen. Um auch das Innere von der Tränkmasse zu befreien, sind die Drähte auseinander zu biegen und mit Hilfe eines Pinsels und Benzin zu reinigen. Nach dem Reinigen sind die Drähte in die alte Lage zu bringen und die Leiterenden derart schräg abzuschneiden, daß die unten liegenden Drähte des Leiterseiles zusammenstoßen, während die Stoßfuge nach oben sich V-förmig erweitert. Die Schweißung selbst wird in einer offenen oder auch geschlossenen Form vorgenommen. Werden metallische Formen verwendet, so sind diese mit Kokillenfarbe auszustreichen.

Zur Zerstörung der Oxydhaut muß beim Schweißverfahren ein Flußmittel verwendet werden. Die Flußmittel (Autogal N oder Firnit neutral oder ähnliche) sind mit Wasser zu einem dicken Brei anzurühren und die Schweißstelle sowie der Schweißdraht damit zu bestreichen. Da die Flußmittelreste nach dem Schweißen beseitigt werden müssen, sind die Flußmittel möglichst sparsam zu verwenden. Der Schweißdraht soll aus Aluminium bestehen, der auch dem Seilabfall entnommen sein kann. Der Schweißbrenner besteht zweckmäßig aus einem mehrflammigen Brenner, dessen Flammen unter einem Winkel von etwa 90 ° gegeneinander blasen, und durch den sowohl der Leiter als die Form gleichmäßig zu erhitzen sind. Die Schweißstelle wird nun solange erhitzt, bis die zu verbindenden Seilenden zu fließen beginnen. Daraufhin wird das Schweißmaterial derart zugesetzt, daß mit dem Schweißdraht bis auf den Boden der Form in ihrer Längsrichtung hin und her gerührt wird. Es wird solange Schweißmaterial zugesetzt, bis sich eine kleine Kuppe gebildet hat. Um die von der Schweißstelle abfließende Wärme aufzunehmen, sind hinter der Abbindung Metallbacken auf dem Leiter anzubringen. Nach dem Erkalten werden die Formen sowie die Backen abgenommen und die Schweißstelle mit einer Aluminiumfeile sauber bearbeitet. Falls noch Flußmittelreste vorhanden sind, so müssen diese beseitigt werden, um eine Korrosion zu vermeiden. Der Asbestschutz und die Abbindungen sind dann zu entfernen. Die Weiterbehandlung der Kabel geschieht nach dem auch bei Kupferkabeln üblichen Verfahren.

3. Gieß-Schweißung.

Die Zurichtung der Adern geschieht in gleicher Weise wie beim Schweißverfahren, jedoch werden im Gegensatz dazu die zu verschweißenden Leiterenden parallel zueinander geschnitten, die Schnittflächen mit Firnit oder ähnlichem Flußmittel bestrichen und die Leiter mit einem Abstand der Stirnflächen von etwa 3 bis 10 mm je nach Querschnitt in einer zweiteiligen Form befestigt. Die zweiteilige Form darf nur dünnwandig sein und muß oben einen Eingußansatz haben. Zweckmäßig können normale ausgeglühte Isolierrohr-T-Stücke ohne Auskleidung verwendet werden. Diese sind innen ebenfalls mit Kokillenfarbe auszustreichen. Dicht hinter den Abbindungen sind gleichfalls Kühlbacken auf den Leiter aufzusetzen. Die Form muß dann mittels Lötlampe oder dgl. sorgfältig getrocknet werden (sonst Explosionsgefahr beim Gießen). Dann wird flüssiges in einem Graphittiegel geschmolzenes Rein-Aluminium solange in und über die Form gegossen bzw. durchgespült, bis die Form leichte Rotglut zeigt. Der ganze Gießvorgang dauert nur etwa 10 bis 20 s, je nach dem Querschnitt.

Das zum Gießen erforderliche Aluminium wird entweder auf einem besonders konstruierten Holzkohlenofen, oder, wenn der Schmelzvorgang beschleunigt werden soll, auf einer Feldschmiede mit besonderem Aufsatz erwärmt. Die Gießtemperatur ist etwa 850 bis 900 ° und läßt sich leicht kontrollieren: Ein Aluminiumdraht von 2,5 mm Dicke und etwa 30 mm Länge, der in den mit Aluminium gefüllten, von der Schlacke befreiten Tiegel geworfen wird, muß in 2 s schmelzen. Für senkrechte Schweißungen ist eine Sonderform mit einem Einguß- und Ausgußansatz erforderlich, durch die das flüssige Aluminium gegossen wird. Nach dem Erkalten der Gußstellen ist der Gießansatz mit der Lunkerstelle zu entfernen und, wenn nötig, die Schweißstelle zu bearbeiten.

4. Elektrische Schweißung.

Die Leiterenden werden auf ungefähr 100 mm von der Papierisolation befreit und ihre Oberfläche von der anhaftenden Kabeltränkmasse gesäubert. Die Endflächen der beiden Leiterenden werden senkrecht zur Leiterachse sauber eben gefeilt, so daß sie gut aneinanderliegen, wenn sie in die Klemmbacken des Schweißtransformators eingespannt sind. Auf die Stoßstelle wird dann eine zweiteilige Hülse aus feuerfestem Stoff gelegt, deren Bohrung dem Leiterquerschnitt genau angepaßt sein muß.

Die Ausführung der eigentlichen Schweißung beschränkt sich darauf, mit Hilfe von zwei Hebelarmen, die auf dem Transformator sitzen, die beiden Klemmbacken mit den Leiterenden aneinander zu stoßen und dabei gleichzeitig den Transformator durch einen an dem einen Hebelarm angebrachten Kontaktgriff einzuschalten. Während des Stromdurchflusses durch die Stoßstelle, also während des Schweißens, werden dadurch die beiden Leiterenden etwas gegeneinander gestaucht und in flüssigem Zustande fest miteinander verbunden. Das Ausschalten nach vollendeter Schweißung erfolgt selbsttätig durch einen an den beiden Bedienungshebeln angebrachten Hilfskontakt, so daß ein zu langer Stromdurchfluß und die dadurch mögliche Überhitzung der Leiterenden vermieden werden. Die Schweißstelle ist dann mit einer Feile zu bearbeiten.

Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE).

9. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz 1937 in Paris.

Im Sommer 1937 findet die 9. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) in Paris statt. Die CIGRE behandelt bekanntlich bei ihren alle zwei Jahre in Paris stattfindenden Tagungen Fragen, die sich auf folgende Gebiete beziehen:

1. Erzeugung und Umformung der Energie, Bau und Betrieb von Kraft- und Umspannwerken.
2. Bau, Isolierung und Wartung von Hochspannungsleitungen.
3. Betrieb, Schutz und Zusammenschluß von Netzen.

Nähere Einzelheiten über die bei der CIGRE behandelten Fachgebiete können dem Bericht über die 8. Tagung der CIGRE in Paris 1935 [ETZ 57 (1936) S. 63, 119, 174, 200] entnommen werden.

Der Deutsche Ausschuß der CIGRE beabsichtigt wiederum eine Anzahl von Fachberichten für die nächstjährige Tagung der CIGRE einzureichen.

Hierdurch wird aufgefordert, Vorschläge für Berichtsthemen (mit Namen des Berichterstatters) und Dispositionen dem Deutschen Ausschuß der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zur Entscheidung über die Annahme als deutscher Konferenzbericht bis spätestens zum 1. Juni 1936 einzureichen.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.
Der Schriftführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus. Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885. Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Außerordentliche Fachversammlung.

Fachgruppe: Installationstechnik.

Fachgruppenleiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE gemeinsam mit der

Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (DLTG) Gau Nord-Mitte

am Donnerstag, dem 23. April 1936, 17.30 h im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Drei Kurzvorträge mit Vorführungen und Lichtbildern über:

„Das Wesen der Luminophore und ihre Anwendung in der Lichttechnik".

1. Herr N. Riehl: „Wesen und Eigenschaften der Luminophore"
   Die Physik und Chemie der Luminophore. Die bisherige Anwendung in Wissenschaft und Technik.
2. Herr H. Krefft: „Fortschritte auf dem Gebiet der Quecksilberdampf-Lampe"
   Strahlungseigenschaften der Quecksilber-Entladung im sichtbaren und ultravioletten Gebiet. Anwendung der kurzwelligen Strahlung für die Lichterzeugung. Anwendungsform bei Niederdruck- und Hochdruck-Entladung.
3. Herr A. Aschermann: „Flüssiges Licht"
   Lichterzeugung durch Chemielumineszenz. Die Feuerfliege als Vorbild. Die organische Chemie eröffnet neue Wege zur Erzeugung farbigen Lichtes. Stand der gegenwärtigen Entwicklung.

Auch die Damen unserer Mitglieder und Gäste sind zu dieser Veranstaltung willkommen.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Zwanglose Nachsitzung im Grand-Hotel am Knie.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Elektrische Antriebe und Industrieanlagen.

Fachgruppenleiter: Dr.-Ing. habil. F. Oertel VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. W. Puppe, Leipzig, am Freitag, dem 24. April 1936, 20 h in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Fortschritte und neuere Erfahrungen bei elektrischen Einrichtungen von Druckereibetrieben".

Inhaltsangabe:

I. Elektrische Antriebe von:
   a) Flachformmaschinen,
   b) Rundformmaschinen,
   c) Hilfsmaschinen,
   unter besonderer Berücksichtigung von Bedienungs- und Regelfragen.

II. Wo ist Elektrowärme wirtschaftlich?
   a) zur Drucktrocknung (Oxydation-Verdunstung),
   b) bei anderen Trockenverfahren,
   c) zum Schmelzen von Metallen.

III. Welche Forderungen werden an die Elektrochemie gestellt?
   a) Galvanische Bäder,
   b) Ozonisation.

IV. Beleuchtungs- und Belichtungsfragen:
   a) Raumbeleuchtung,
   b) Maschinenbeleuchtung,
   c) Photographie,
   d) Bogenlampen.

V. Überblick über Kraftanlagen und Kraftverteilungen:
   a) Eigenstromerzeugung,
   b) Fremdstrombezug.

Eintritt und Kleiderablage frei!

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehende Veranstaltung findet um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde, VDE, Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: C 1 0011 App. 128.

17. 4. 1936 „Die Sicherung elektrischer Anlagen gegen Gewitterüberspannungen" (Vortragender: Dr.-Ing. v. Borries).

Gemeinschaftsabend für alle Berliner Jungingenieure,

veranstaltet vom NSBDT am 21. April 1936, 20 h, in den Schillersälen, Charlottenburg, Bismarckstraße (am Knie). Es spricht Dr. A. Schmidt über: „Die Aufgaben des jungen Ingenieurs in Betrieb und Wirtschaft".

VDE Gau Berlin-Brandenburg.
Vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Ordentliche Gauversammlung

am 31. 3. 1936 im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Kloß.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. Berthold über das Thema: „Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung".

Vor Eintritt in die Tagesordnung gedenkt der Vorsitzende mit ehrenden Worten des Führers und Reichskanzlers und der durch ihn am 29. 3. 1936 erzielten einzigartigen Geschlossenheit des deutschen Volkes.

Zu Punkt 1.

Der Vorsitzende begrüßt die Erschienenen und weist auf eine ausgelegte Liste über 58 Neuanmeldungen hin. Er erklärt die Niederschriften über die Jahresversammlung vom 28. 1. 1936 und die ordentliche Versammlung vom 25. 2. 1936 für genehmigt, da Einsprüche gegen diese Niederschriften nicht erhoben worden sind.

Weiterhin wird die Vortragsfolge für den Monat April 1936 bekanntgegeben.

Zu Punkt 2:

Der Vorsitzende erteilt das Wort Herrn Dr. Berthold zu seinem Vortrag über:

„Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung".

(Vortrag und Aussprache folgen.)

Der Vorsitzende dankt Herrn Dr. Berthold für seinen außerordentlich interessanten und aufschlußreichen Vortrag und schließt die Versammlung.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Kloß.

Sitzungskalender.

Gau Danzig. 21. 4. (Di), 20 h, T. H.: „Lichtelektrische Schutz- und Steuerverfahren" (m. Lichtb.). Ober-ing. Voigt VDE.

Gau Düsseldorf. 23. 4. (Do), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Der Einfluß der Betriebsicherheit bei dem Bau neuzeitlicher Dampfturbinen". Dipl.-Ing. Hoffmann VDE.

Gau Köln. 24. 4. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Betriebserfahrungen mit Kathodenfallableitern". Dr. von Borries VDE.

Gau Magdeburg. 21. 4. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen: „Die physikalischen Grundlagen der Vorgänge auf langen Leitungen in

der Starkstrom- und Fernmeldetechnik". Prof. Dr.-Ing. Siemens VDE.

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 17. 4. (Fr), 20 h, T. H.: „Die Verwendung von Aluminium im Leitungsbau" (m. Lichtb.). Obering. Fricke VDE.

Gau Nordbayern, Nürnberg. 17. 4. (Fr), 20 h, Städt. Werke: „Neuere Tarifapparate für Stromverrechnung". Dr.-Ing. Schmiedel.

Gau Südsachsen, Chemnitz. 16. 4. (Do), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Lichtelektrische Schutz- und Steuerverfahren". Obering. Voigt VDE.

Gau Südsachsen, Stützpunkt Zwickau, gemeinsam mit dem ADB, Gruppe Elektrotechnik im VDI. 23. 4. (Do), 20 h, Zwickau, Fremdenhof Kästner: „Gittergesteuerte Gleichrichter" (m. Film u. Lichtb.). Dr.-Ing. Lebrecht VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Höchtl †. — Am 5. April starb in München Herr Oberbaurat a. D. Aloys Höchtl VDE. Auf seine hohen Verdienste um die Elektrotechnik und um die Gemeinschaftsarbeit der deutschen Elektrotechniker im VDE werden wir in einem besonderen Nachruf zurückkommen.

Hochschulnachrichten. — Herr Prof. Dr.-Ing. Th. Bödefeld, Karlsruhe, wurde als ord. Professor für Elektromaschinenbau an die T. H. München berufen und hat der Berufung Folge geleistet.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Praktische Physik. Zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Von F. Kohlrausch. Unter Mitarb. v. zahl. Fachgenossen herausg. v. F. Henning. 17. neu bearb. Aufl. Mit 512 Abb., X u. 958 S. im Format 170 × 235 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis geb. 32 RM.

Das bekannte Lehrbuch der praktischen Physik von Kohlrausch hat in der 17. Auflage eine so grundlegende Umarbeitung erfahren, daß ein völlig neues Buch entstanden ist. Dies zeigt schon die äußere Form. Die Einteilung nach fortlaufenden Nummern ist aufgegeben und der ganze Stoff in sechs Hauptabschnitte eingeteilt: Allgemeines über Messungen, Mechanik einschließlich Akustik, Zustandsgrößen und Wärme, Optik, Elektrizität und Magnetismus, Korpuskeln und Energiequanten. Die einzelnen Teile sind zum größten Teil oder vollständig neu geschrieben; nur die Optik ist, von Erweiterungen abgesehen, inhaltlich unverändert geblieben. Für die meisten Abschnitte wurden neue Mitarbeiter gewonnen, die bis auf einen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angehören oder angehört haben. Die Vergrößerung der Mitarbeiterzahl auf 19 hat kaum eine störende Ungleichmäßigkeit in der Darstellung zur Folge, verbürgt aber eine erhöhte Zuverlässigkeit aller Angaben. In allen Teilen ist das Bestreben erkennbar, die Verfahren der technischen Physik stärker zu berücksichtigen; so ist beispielsweise die technische Akustik neu aufgenommen. Trotz Ausschaltung einiger veralteter Teile der früheren Auflage ist der Umfang des Buches wieder gewachsen, von 860 auf 958 Seiten. Auch die Zahl der Abbildungen, die sämtlich neu gezeichnet wurden, ist von 395 auf 512 erhöht worden, die Zahl der Tabellen von 54 auf 73.

Der Abschnitt über Elektrizität und Magnetismus ist in 8 Unterabschnitte zerlegt. Der erste über Spannung, Strom, Widerstand (W. Jaeger und R. Vieweg) umfaßt bis auf die neuesten Verfahren ergänzt, im wesentlichen die Meßmethoden für Gleichstrom. Im 2. Abschnitt über Magnetismus (W. Steinhaus) sind jetzt sämtliche magnetischen Meßverfahren zusammengefaßt; die Messungen an ferromagnetischen Stoffen sind, ihrer technischen Bedeutung entsprechend, besonders ausführlich behandelt. Der 3. Abschnitt über elektrostatische Messungen (H. Franz) enthält in der Hauptsache die elektrometrischen Verfahren. Die Dielektrika sind in einem besonderen 8. Abschnitt (R. Vieweg) im Zusammenhang dargestellt. Wesentlich erweitert wurde die Behandlung des Wechselstroms. Hier ist eine Teilung in niederfrequenten Wechselstrom (R. Vieweg) und mittel- und hochfrequenten Wechselstrom (A. Scheibe) durchgeführt. Kapazität und Selbstinduktion werden in einem besonderen Abschnitt (G. Zickner) besprochen, und den Elektronenröhren ist ihrer Bedeutung für die Meßtechnik entsprechend ein eigener Abschnitt eingeräumt.

Das Ziel des Buches, eine neuzeitliche Darstellung der gesicherten Meßverfahren der heutigen Physik zu geben, ist voll erreicht. Über die ursprüngliche Aufgabe, auch den jungen Studenten in die praktische Arbeit einzuführen, ist es meiner Ansicht nach hinausgewachsen. Für den Physiker aber, der in der wissenschaftlichen Arbeit steht oder in der Industrie tätig ist, wird der Kohlrausch auch in der neuen Gestalt das unentbehrliche Nachschlagewerk im täglichen Gebrauch sein, das ihm einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Meßverfahren gibt und ihn bis an das Sonderschrifttum heranführt. W. Bauer.

Ein Lebenswerk. 43 Jahre Brown, Boveri-Konstruktionen 1891—1934. Von E. Hunziker. Herausg. v. d. AG. Brown, Bovery & Cie, Baden/Schweiz. Mit 46 Abb. u. 25 S. im Format A 4.

Der Maschinenkonstrukteur der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden, E. Hunziker, hat nach 43jähriger Tätigkeit, von Begründung der Firma an, bei Gelegenheit seines Übertritts in den Ruhestand in einer längeren Ansprache ein Bild der Entwicklung des Wechselstrom-Maschinenbaues gegeben. Es ist mit Dank zu begrüßen, daß die Firma Brown, Boveri & Cie diese Ausführungen ihres bewährten Mitarbeiters als Druckschrift herausgegeben hat. Denn die darin gegebene Schilderung ist, obwohl sie sich nur auf die Konstruktionen der Firma selbst bezieht, doch nicht nur für die Angehörigen der Firma von Wert, sondern ebenso auch für die Allgemeinheit.

E. Hunziker hat die Entwicklung des Elektromaschinenbaues fast von den ersten Anfängen an bis zur heutigen Vervollkommnung nicht nur miterlebt, sondern vor allem auch, schöpferisch gestaltend, maßgebend und oft bahnbrechend beeinflußt. Es sei beispielsweise nur erinnert an die Schildtype der Wasserturbogeneratoren mit vertikaler Welle und mit oberhalb des Generators angeordnetem Traglager, sowie an die heute allgemein übliche Konstruktion des genuteten Volltrommelläufers für Dampfturbogeneratoren.

Die Schilderungen erinnern an die vielen Schwierigkeiten, die immer wieder auftraten, namentlich beim Betreten völlig neuer Gebiete, wie es vor allem beim Turbogeneratorenbau der Fall war. Und sie zeigen, wie schrittweise all diese Schwierigkeiten überwunden wurden, sei es durch Schaffung neuer Werkstoffe, die den hohen, vom Elektromaschinenbau an sie zu stellenden Anforderungen entsprachen, sei es vor allem durch stetige Verbesserung der Konstruktionen mit dem Ziele der Verminderung der Verluste, wodurch eine fortschreitende Verbesserung des Wirkungsgrades und damit eine immer weiter gesteigerte Ausnutzung des aktiven Baustoffs ermöglicht wurde, sei es schließlich durch Verbesserung der Isoliertechnik, die im Ständer die Verwendung höherer Spannungen betriebssicher ermöglichte, im Rotor eine bessere Wärmeabfuhr gewährleistete.

Mit Stolz und Befriedigung darf E. Hunziker auf sein erfolgreiches verantwortungsvolles Schaffen zurückblicken, durch das er den Weltruf seiner Firma wesentlich mitbegründen half.

Die kleine Schrift wird für künftige Zeiten ein wertvolles Dokument zur Geschichte der beispiellosen Entwicklung der Elektrotechnik darstellen. M. Kloss VDE.

Electrical Measurements in Principle and Practice. Von H. C. Turner u. E. H. W. Banner. Mit 219 Abb., XIII u. 354 S. im Format A 5. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1935. Preis geb. 15 s.

Das sehr gut ausgestattete Buch wendet sich an Ingenieure und andere, die sich mit elektrischen Messungen befassen, aber nicht nach einem umfangreichen Werk mit mathematischen Ableitungen verlangen. Beim Titelblatt ist eine Tafel eingesetzt, die eine gute Übersicht über die Anwendungsmöglichkeit der verschiedenen Meßgeräte und Meßeinrichtungen für die Messung von Spannung, Strom und Widerstand gibt.

Im ersten Teil werden die Maßeinheiten, ihre Grundlagen und die Grenzen der Meßgenauigkeit und Empfindlichkeit besprochen. Der zweite Teil handelt von den Meßgeräten als den Werkzeugen für die Messungen. Es werden hier alle Gerätearten einschl. Galvanometer und Oszillograph besprochen. Die Beschreibung beschränkt sich ausschließlich auf englische Instrumente. Von besonderem Interesse sind die Meßeinrichtungen der National Physical Laboratories, z. B. ein elektrostatischer Präzisions-Spannungsmesser Nr. 34. Manche Geräte sind etwas knapp dargestellt, z. B. die Zungenfrequenzmesser. Der dritte Teil handelt von den Strom-, Spannungs-, Leistungs- und Energiemessungen, und zwar sind alle Verfahren, z. B. auch die Leistungsmessungen mit dem elektrostatischen Leistungsmesser angeführt, bis zu den Amperestunden- und Leistungszählern. Angegliedert sind hier noch verschiedene Messungen, z. B. der Hör- und Radiofrequenz in der Resonanzbrücke, die Messungen mit Oszillographen, die Messungen von Kurvenformen und die Messungen mit Stromwandlern. Des weiteren sind im vierten Teil die Verfahren zur Messung von Widerstand, Induktivität, Kapazität und die magnetischen Meßmethoden ausführlich behandelt, und zwar auch bei Nieder-, Mittel- und Hochfrequenz. Der letzte und fünfte Teil gibt einen Überblick über die mittelbaren elektrischen Messungen: Temperaturen, Lichtstärke, Geschwindigkeiten, von Kesselhausmessungen, Durchflußmengen, Messung des CO_2-Gehalts, Kabelprüfungen, Messungen an Röntgengeräten usw.

In dem Buch ist nur sehr wenig und ausschließlich englisches Schrifttum angegeben, so daß es dem, der tiefer in das Gebiet eindringen will, schwer sein wird, Quellen zu finden. Am Schluß des Buches ist eine alphabetische Zusammenstellung der Fachausdrücke gegeben, die besonders für den in der Meßtechnik Unerfahrenen von Wert sein wird. A. Palm VDE.

Fluorescence analysis in ultra-violett light. Von J. A. Radley u. J. Grant. Bd. 7 der Monographs on applied chemistry. Herausg. v. E. H. Tripp. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb., XI u. 326 S. im Format 150 × 220 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1935. Preis geb. 21/— s.

Die vorliegende 2. Auflage stellt sowohl dem Umfang als auch dem Inhalt nach eine wesentliche Erweiterung der 1933 erschienenen 1. Auflage[1]) dar. Die Ergebnisse von über 300 in der Zwischenzeit erschienenen Arbeiten sind bei der Neuauflage berücksichtigt worden. Die Einteilung des Buches ist unverändert geblieben. Der erste Teil enthält die Grundlagen der qualitativen und quantitativen Fluoreszenzanalyse und eine Beschreibung der erforderlichen Hilfsmittel; der zweite Teil berichtet ausführlich über die Anwendung der Fluoreszenzanalyse in der Medizin, Chemie, Biologie, Kriminalistik usw. und in den verschiedenen Industriezweigen. Einige gut gelungene Luminogramme veranschaulichen die Erfolge, die sich in der Praxis erzielen lassen. In dem zweiten Teil wurden weitere Anwendungsgebiete (z. B. Fluoreszenzmikroskopie) neu aufgenommen. Das mit großer Sorgfalt zusammengestellte Schrifttumverzeichnis ist weiter ergänzt worden und enthält jetzt über 1500 Zitate. Insbesondere wurde das neuere englische und deutsche Schrifttum berücksichtigt. Trotz der vorgenommenen Erweiterungen und Verbesserungen des Buches ist ein wesentlicher Nachteil bestehen geblieben: Der zweite Teil des Buches enthält nur nach den Anwendungsgebieten geordnete Besprechungen der bisher erschienenen Arbeiten. Man vermißt häufig eine kritische Stellungnahme zu den Ergebnissen und vor allem genauere Hinweise auf die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der angeführten Verfahren. Auch wären Vergleiche, die zeigen, in welchen Fällen die Fluoreszenzanalyse den chemischen Verfahren über- oder unterlegen ist, sehr angebracht. Trotzdem kann das Buch — vor allem wegen der sehr ausführlichen Schrifttumangaben — allen denen, die sich mit der Fluoreszenzanalyse und ihren Anwendungen beschäftigen wollen, zur Anschaffung empfohlen werden. M. Wolff.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1044.

Zweitakt-Dieselmaschinen kleinerer und mittlerer Leistung. Von Ing. Dr. techn. J. Zeman. Mit 240 Textabb., XI u. 245 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Julius Springer, Wien 1935. Preis geh. 18 RM, geb. 20 RM.

Das Buch gibt eine zusammenfassende Darstellung des Zweitakt-Dieselmotors und gliedert sich in zwei gleichgroße Abschnitte, die die Berechnung und Konstruktion behandeln.

Im ersten Teil: Berechnung werden alle Fragen eingehend erörtert, die mit dem Spülvorgang der Zweitaktmaschine zusammenhängen. Dieser Abschnitt enthält außerdem Ausführungen über Brennstoffeinspritzung, Verbrennung und Verbrennungsraum. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden zum Berechnen einzelner Zweitaktmaschinen besonderer Ausführung benutzt.

Die Analyse des Spülvorganges erstreckt sich auf den gesamten Maschinensatz, d. h. auf Zusammenwirken von Spülpumpe, Spülluftaufnehmer, Arbeitszylinder und Auspufftopf, mit dem Ziel, die günstigsten Abmessungen zu finden. Bei dem Berechnen der Verdichtungsendtemperatur, die für die Zündung des eingespritzten Brennstoffes wesentlich ist, wird der Einfluß der Ladungs- und Abkühlungsverluste während der Verdichtung rechnerisch untersucht. Überall erkennt man das Bestreben, die entwickelten Beziehungen durch Einfügen von Beiwerten, die an der Maschine versuchsmäßig gewonnen wurden, den wirklich auftretenden Verhältnissen anzupassen. Um dem ausübenden Ingenieur die Benutzung der Rechnungsgrundlagen beim Entwurf zu erleichtern, sind die rechnerischen Ergebnisse in Kurvenformen dargestellt.

Im ganzen betrachtet gibt der erste Teil des Buches eine klare und erschöpfende Darstellung der Berechnung von Zweitakt-Dieselmotoren, die die Erkenntnisse wissenschaftlicher Forschung erfolgreich mit den Ergebnissen von Prüfstandsversuchen verbindet und auswertet.

Im zweiten Teil: Konstruktion werden die konstruktiven Mittel des Zweitaktmotorenbaues behandelt. An Hand ausgewählter und klar dargestellter Zeichnungen werden die einzelnen Konstruktionselemente: Spülpumpe, Zylinder, Triebwerk, Brennstoffpumpe, Anlaß- und Umsteuerungen und der Gesamtaufbau besprochen. Weitere Abschnitte enthalten die für die Zweitaktmaschine betrieblich wichtige Schmierung und Kühlung und befassen sich mit den Grundlagen zur Berechnung der Fundamente ortsfester Maschinen.

Auf diese Weise entsteht ein klares Bild der beiden Bauarten: Kurbelkastenmaschinen und Maschinen mit besonderem Gebläse. Die gebrachten Beispiele umfassen etwa zur Hälfte österreichische Ausführungen. Der Rest entfällt auf reichsdeutsche und ausländische Bauarten. Ein Abschnitt über Schiffsmaschinenanlagen und ein Schrifttumverzeichnis beschließen das Buch.

Die reichen Erfahrungen des Verfassers auf dem Sondergebiet des Zweitakt-Dieselmotorenbaues haben in dem Buch einen Niederschlag gefunden, der nach Form und Inhalt die Lösung vieler auf diesem Gebiet auftretenden Fragen erleichtert. Es wird deshalb sowohl dem Entwurfsals auch dem Versuchsingenieur von Nutzen sein.

Kurt Neumann.

Der Ausübungszwang in der Patentgesetzgebung aller Länder. Teil 2: Außereuropäische Staaten. Von K. Schroeter u. R. Poschenrieder. Verlag Max Millenet, Berlin 1935. Preis 10 RM.

Der bereits besprochene[1]) 1. Teil, der die europäischen Länder betrifft, ist in gleicher Ausstattung durch einen 2. Teil über den Ausführungszwang in den außereuropäischen Staaten vervollständigt. Das mit Fleiß und Sorgfalt bearbeitete Werk wird für alle, die in patentrechtlichen Beziehungen zum Auslande stehen, ein willkommener Ratgeber sein. K. Kahle VDE.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 852.

Eingänge.

Bücher.

Elektrische Schweißung. (Datsch-Merkblätter.) Erläuterungen zu den Tafeln Es 1—12. Unter Mitarb. zahlr. Fachleute, maßgeb. Körperschaften u. m. Unterstützung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit bearb. v. Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch) E.V. 4., umgearb. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 34 S. im Format A 5. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin. Preis kart. 1 RM.

[Das kleine Heftchen, das insbesondere für die Heranbildung eines geeigneten Nachwuchses bestimmt ist, ist in 2 Hauptabschnitte „Elektrische Widerstandschweißung" und „Elektrische Lichtbogenschweißung" eingeteilt. In 12 Teilabschnitten werden die verschiedenen Schweißarten, wie Stumpf-, Punkt- und Nahtschweißung, behandelt, sowie die verschiedenen Schweißmaschinen, Schaltungen, Meßinstrumente und alle sonstigen Geräte erklärt, die der Elektroschweißer beherrschen muß.]

Entwicklung der Schweizer Wasser- und Elektrizitätswirtschaft von 1909—1934. Tätigkeit des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes und seiner Gruppen von 1910—1934 mit Jahresbericht für 1934. Herausg. v. Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Zürich. Verbandsschrift Nr. 21. Mit 29 Abb. u. 196 S. im Format 160 × 230 mm. Selbstverlag des Verbandes, Zürich 1, St. Peterstr. 10. Preis geh. 2,80 Fr.

[Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband feierte im Jahre 1935 sein 25jähriges Bestehen. Der Jahresbericht faßt deshalb in einem Vierteljahrhundert-Bericht die Tätigkeit des Verbandes und seiner Gruppen zusammen.]

Hartmetallwerkzeuge. Wirkungsweise, Behandlung, Konstruktion und Anwendung. Von Dr.-Ing. K. Becker. Mit 100 Abb. u. 22 Tab. u. 215 S. im Format A 5. Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geb. 18 RM. (Besprechung folgt.)

Röhren A — Z. Ein Wörterbuch der Rundfunkröhre. (Bd. 3 der Telefunken-Buchreihe.) Mit 52 Abb. u. 70 S. im Format A 5. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin 1935. Preis kart. 1,40 RM. (Besprechung folgt.)

Einführung in die angewandte Akustik insbes. in die neueren Probleme d. Schallmessg., Schallübertrag. u. Schallaufzeichng. Von Dr. H. J. v. Braunmühl u. W. Weber. Mit 154 Abb. u. 216 S. im Format 155 × 225 mm. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1936. (Besprechung folgt.)

Annuaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Construction du matériel électrique, entreprise et installation, production et distribution de l'énergie et traction électrique. Edition 1935—1936. Herausg. v. Union des Syndicats de l'Electricité, Paris. Mit XXXVIII, 147 u. 1200 S. im Format 145 × 215 mm. Zu beziehen dch. das Sekretariat der Gesellschaft, Paris (8e), 54, avenue Marceau. Preis geb. 50 Fr. (Besprechung folgt.)

Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1934. Herausg. v. Asociaţiă Generală a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică din România (Verband der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien), Sibiu. Mit 1 Plan u. 188 S. im Format A 4. Zu beziehen durch das Zentralbüro der A.P.D.E., B-dul Take Ionescu Nr. 33, Bukarest, und die Sektion II der A.P.D.E., Str. Trei Stejari Nr. 1, Sibiu. Preis kart. 12,50 RM.

Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen. Jubiläumsschrift zum hundertjährigen Bestehen der deutschen Eisenbahnen. Herausgegeben von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn. Mit 3 Karten, zahlr. Abb. u. 543 S. im Format 220 · 285 mm. Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1935. Preis geb. 16 RM. (Besprechung folgt.)

Neusilber. Nickel-Handbuch. Herausg. v. Nickel-Informationsbüro G. m. b. H., Frankfurt a. M. Mit 21 Abb. u. 22 S. im Format A 5. Wird kostenlos abgegeben.

Annuaire 1935. Herausg. v. Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, Paris, 26, rue de la Baume. Mit zahlr. Abb. u. Plänen, LX u. 369 S. im Format 230 × 280 mm. Zu beziehen durch den Herausgeber. (Besprechung folgt.)

75 Jahre Verein deutscher Eisenhüttenleute 1860—1935. Sonderabdruck aus Stahl u. Eisen 1935. Mit 131 Abb. u. 200 S. im Format A 4. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1935. Preis geb. 5 RM.

Montage des lignes électriques aériennes. Von R.-P. Chauvet. Mit 124 Abb., VIII u. 207 S. im Format 135 × 210 mm. Verlag Dunod, Paris 1936. Preis geh. 35 Fr., 20 cts., geb. 44 Fr., 20 cts. (Besprechung folgt.)

Méthode Générale de Calcul des Réseaux Électriques Maillés en Régimes Equilibrés et Déséquilibrés. Von Dr. Ch. Lavanchy. Mit 51 Abb., VIII u. 134 S. im Format 140 × 210 mm. Verlag Dunod, Paris 1936. Preis geh. 34 Fr., geb. 43 Fr. (Besprechung folgt.)

Electrical Engineering Economics. A study of the economic use and supply of electricity. Von D. J. Bolton. Mit 45 Abb., XIII u. 365 S. im Format 150 × 220 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1936. Preis geb. 21 sh. (Besprechung folgt.)

Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers. Von Prof. Dr. E. Madelung. Unt. Mitarb. v. Dr. K. Boehle u. Dr. S. Flügge. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen m. bes. Berücks. d. Anwendungsgebiete. Bd. IV. Herausg. v. R. Courant, gemeinsam mit W. Blaschke, F. K. Schmidt u. B. L. van der Waerden. 3. vermehrte u. verbess. Aufl. Mit 25 Abb., XIII u. 381 S. im Format 165 × 240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1936. Preis kart. 27 RM, geb. 28,80 RM. (Besprechung folgt.)

Funktechnisches Praktikum. Handbuch für Funktechniker, Funkhändler, Funkwarte und Amateure. Von E. Schwandt. Ergänzungsband. Mit 148 Abb., 24 Tafeln u. 240 S. im Format 160 × 235 mm. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936. Preis geb. 9 RM. (Besprechung folgt.)

Werkstatt und Praxis des Auto-Elektrikers. Von W. Popp unt. Mitwirk. v. F. Jung. 2. neubearb. u. erweit. Aufl. Mit 380 Abb., XII u. 420 S. im Format B 5. Verlag C. A. Weller, Berlin. Preis geb. 19,80 RM. (Besprechung folgt.)

Technisches Denken und Schaffen. Eine leichtverständliche Einführung in die Technik. Von Prof. Dipl.-Ing. G. v. Hanffstengel. 5. neubearb. Aufl. Mit 172 Textabb., XII u. 220 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 6,60 RM. (Besprechung folgt.)

Die Dokumentationsstelle für das technisch-wissenschaftliche Schrifttum in der Bibliothek der Technischen Hochschule zu Berlin. Von A. Predeek. [Sonderdruck aus: Zentralblatt für Bibliothekswesen 52 (1935), herausg. v. G. Leyh u. W. Schultze.] Verlag Otto Harrassowitz, Leipzig 1935. (Besprechung folgt.)

Sonderdrucke.

Das duktile Chrom. Von W. Kroll. Sonderdr. aus Z. anorg. allg. Chem. 226 (1935), H. 1. Verlag Leopold Voß, Leipzig.

Eingegangene Doktordissertationen.

Konrad Menny, Die wirtschaftliche Bemessung städtischer Drehstrom-Niederspannungs-Maschennetze. T. H. Hannover 1935.

Hans Otte, Die mechanisch-technologischen Eigenschaften der nachbehandelten Gasschmelzschweiße im Vergleich zur Schweißung mit einer umhüllten Elektrode. T. H. Hannover 1935.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 52. Wer liefert Skalenzeichenmaschinen?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 9. April 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 23. April 1936 Heft 17

Rückblick auf die Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik.

Von **E. C. Zehme VDE**, Berlin.

621. 3 (064)

Die nun bald zwanzig Jahre alte Große Technische Messe zu Leipzig stellt, wie im Ganzen, so besonders in ihrem Hause der Elektrotechnik einen Stichtag dar für den zeitlichen Abschluß der Entwicklungsarbeiten der deutschen Industrie, hier der deutschen Elektrotechnik — gewissermaßen einen Generalappell für Erzeuger und Abnehmer zur Vertiefung der technischen Erkenntnisse und geschäftlichen Beziehungen. Das Gesamtbild des HdE war auch in diesem Jahr wieder überwältigend, abgeschlossen und überzeugend. Die technische Orientierung auf diesem Weltmarkt sucht ihresgleichen. Das Haus faßt den Zustrom an Ausstellern und Besuchern nicht mehr und soll um seine ganze Länge erweitert werden.

Es kann sich in dem folgenden Rückblick nicht um eine lückenlose Aufzählung der Gegenstände oder Firmen oder um eine möglichst rasch hinter der Messe erwartete Übersicht handeln. Da findet der Leser reiche Auswahl in den beiden zur Zeit der Messe erschienenen Messeheften der ETZ. Es soll vielmehr wie in den Vorjahren nur ein sachlicher Überblick über die Entwicklungstendenzen herausgearbeitet werden, wobei indes die bisher eingeführten und bewährten Ideen und Gegenstände nicht unerwähnt bleiben dürfen. Sie bilden ja gewissermaßen durch langjährige Erfahrungen gewonnene Ruhepunkte der Entwicklung und Grundlage des technischen Bestandes und gehören, wie hier schon früher einmal bemerkt, recht eigentlich auf die Messe, wo sie immer wieder in den Gesichtskreis der Einkäufer und Verbraucher gerückt werden müssen.

Elektromaschinenbau.

Wie im Vorjahr, so waren auch jetzt hauptsächlich Motoren auf den einzelnen Ständen vertreten. Das Hauptgeschäft liegt heute bei kleineren Motoren mit ihren Schaltern, Schützen usw., was auf eine vordringende Motorisierung im Betriebe hinweist. Es wurden die bewährten Anordnungen von Motoren mit organisch angebautem Schaltgerät gezeigt, Anordnungen, die sich bei ortsveränderlichen Antrieben lohnen. Zur Erleichterung der Einführung motorischer Antriebe sind die Motorreihen gemäß dem jeweiligen Zweck und Leistungsbedarf erweitert und vereinheitlicht worden. Durch Einführung von sog. Universalmotoren war man hierbei bestrebt, die Anzahl der Modelle zu beschränken. Die Normung der Einzelteile vereinfacht die Herstellung und Unterhaltung. Die Leistungsfähigkeit des deutschen Marktes im Motorenbau konnte nicht deutlicher als hier vor Augen geführt werden. Die bekannten Werkstätten für Motoren waren mit ihren eingeführten Marken vollzählig vertreten, so daß der Abnehmer das Gesuchte rasch herausfand. Wir verweisen betreffs Einzelheiten auf die beiden Messehefte der ETZ. Erwähnt seien hier noch die bekannten Sondermotoren von Ziehl-Abegg, Berlin, und der für Gleich- und Wechselstrombetrieb dienende Universalmotor von Dr. Max Levy, Berlin, mit Nebenschlußkennlinie, also nicht durchgehend bei Leerlauf in aussetzenden Betrieben.

Auch der Kondensatormotor war wieder zu sehen. Zufolge seiner guten Anlauf- und Antriebseigenschaften, seines einfachen Aufbaus, geringen Bedarfs an Wartung und ruhigen Laufes ist er zu einem bei einphasigem Anschluß viel begehrten Kleinmotor geworden.

Steuerungen und Steuergeräte.

Auf diesem Gebiet gab es neben altbewährten Ausführungen mancherlei Verbesserungen und Neuerungen zu sehen. Diese gehen darauf hinaus, die Betätigung zu vereinfachen und zu präzisieren, sei es, daß sie von Hand oder selbsttätig erfolgt. Ferner war man bestrebt, den Steuerorganen eine gedrängtere Form zu geben, um ihren Raumbedarf zu beschränken.

Auch die Fernsteuerungen waren zufolge ihrer zunehmenden Verwendung in allen möglichen Betrieben wieder auf der Messe vertreten. So zeigte die AEG eine solche, die dazu diente, das Steuergerät für einen Motor, das für gewöhnlich unmittelbar durch Handrad betätigt wird, durch das Fernstellgerät auch von beliebig anderer Stelle aus zu betätigen. Die Steuerwalze wird im Takt des Fernstellgerätes bewegt. Die Synchronisierung erfolgt durch zwei kleine Schleifringmotoren, die mit dem Fernstellgerät bzw. der Steuerwalze gekuppelt sind.

Einzelne Steuergeräte, wie Schütze, Relais, Schaltwalzen, Druckknopfvorrichtungen usw. sind schon in den beiden Messeheften behandelt und werden hier bei den Schaltgeräten noch erwähnt werden. Die an sich bekannte Wirkung des Kohledruckreglers wurde von den SSW in der Versuchsvorführung einer kleinen Beleuchtungsanlage mit Umformer sinnfällig dargestellt, wobei die geringen Schwankungen des erzeugten Lichts mit Luxmeter verfolgt werden konnten. Der Spannungsgleichhalter für Kinobeleuchtung, Senderöhren, meßtechnische Zwecke usw. arbeitet mit einer Drosselspule in stetiger Regelwirkung. Ein Niederspannungs-Netzregler ist ein Stufentransformator mit 5 Stufen für kleinere Abnehmer, wo die Spannung nicht hinreichend konstant ist. Ein Maximumwächter ermöglicht die Einhaltung eines durch Tarife für bestimmte Zählzeiten festgelegten Maximums; er gibt nicht die Augenblickswerte, sondern integriert über das übliche Zeitnormal von ¼ h, gibt also eine gerechtere Erfassung der Maximumüberschreitung.

Der wiederum auf der Messe vorgeführten Anlaßvorrichtung Albo-Knorr von Obermoser für Kurzschlußmotoren ist hier schon gedacht worden[1]. Im System ist nichts geändert worden, da es sich bewährt hat, doch ließ die Fabrikation am Band einige Vereinfachungen und Änderungen wünschenswert erscheinen. Der Anlasser stellt einen neuen Stand der Anlaßtechnik dar; er verleiht dem reinen Käfigankermotor ohne Antasten seines Wirkungsgrades und Leistungsfaktors bei kleinem Anlaufstrom ein ordnungsmäßig selbsttätig ablaufendes Anlaßverhalten unabhängig von der Belastung und Bedienung.

Eine weitere Entwicklung wurde den trägheitslosen Steuermitteln zuteil. Mit den Photozellen gelang es im Forschungsinstitut der AEG, bei bestimmten Schichtarten eine Steigerung der Allgemeinempfindlichkeit und der Rotempfindlichkeit zu erreichen. Insbesondere wurden neben Photozellen mit durchsichtiger Kathode Zellen herausgebracht, die das bis jetzt ausgedehnteste Spektrum von 0,18 bis 1,3 μ erfassen. Durch eine Verbesserung der Zellen konnte die Betriebssicherheit aller Geräte wesentlich erhöht werden. Durch Verwendung von Aluminium wurde der Gewichtszoll im Auslandsgeschäft ermäßigt und damit letzteres gesteigert. — An einzelnen lichtelektrischen Geräten wurden entwickelt Schnellzählrelais (über 80 Impulse/s), Beleuchtungsmesser, Lichtwarte, Synchronisiereinrichtungen zur Steuerung von Großmaschinen, und zwar neben der elektrischen auch der mechanischen Synchronisierung, so daß äußere Schwingungskräfte nicht mehr frei werden.

Hochspannungsgeräte.

Die öllosen und ölarmen Schalter sind nach ihrer langjährigen Bewährung in Reihenherstellung begriffen. Die hierfür erforderlichen konstruktiven Zurichtungen wurden durchgeführt. Weiter sind sie für höhere Ausschaltleistungen und zum Teil auch in anderen, der Verwendung jeweils angepaßten Formen weiter entwickelt worden. Die SSW brachten z. B. erstmals einen Schalter großer Leistung (200 MVA) als Wandschalter heraus[2]. Bei 400 MVA Abschaltleistung wurde der Schalter fahrbar ausgebildet, da er infolge seines größeren Gewichts als Wandschalter nicht mehr zweckmäßig erschien.

De AEG hat in der Reihe ihrer Druckgasschalter, die bis 220 kV und 2500 MVA geht, eine neue Form des kleinsten Schalters geschaffen, bei dem der Druckluftbehälter einen Bestandteil des Schalters selber bildet.

Über den ölarmen Druckausgleichschalter der Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., ist auf S. 229/30 eingehend berichtet worden. Die Strömungslöschkammer dieser Firma, die zur Erhöhung des Schaltvermögens älterer Ölschalter in diese eingebaut werden kann[3], hat sich bewährt und findet zunehmende Verwertung.

Man sieht im allgemeinen, daß sich die stromliefernde und -verarbeitende Industrie dieser in Deutschland aufgekommenen und vollendeten Technik nun angenommen hat und ihrerseits aus der Praxis heraus den Schalterbau fördert und beeinflußt. So werden ihm die Wege zu weiterem Vordringen geebnet.

Daneben geht das Ölschaltergeschäft in kleinerem Umfang immer noch weiter. Es liegt Bedarf in Übersee und den Kolonien vor, wobei man fordert, daß die Schalter auch in unkundiger Hand betriebssicher sein müssen, was durch entsprechende Einrichtungen ermöglicht wird.

Die einfachen, stromlos betätigten Trennschalter müssen im geschlossenen Zustand Betriebskurzschlüssen thermisch und elektrodynamisch gewachsen sein. Sie erhalten entsprechende Kontakte und werden schleifenlos in der Strombahn ausgebildet. Solche Schalter waren z. B. bei E. Neumann, Hochspannungsapparate G. m. b. H., zu sehen.

[1]) ETZ 57 (1936) H. 9, S. 236.
[2]) Vgl. ETZ 57 (1936) H. 10, S. 281.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 555.

Die neuere Ausbildung der für das gefahrlose Arbeiten bei Instandsetzungen gebräuchlichen Trennschalter zum Abschalten betriebsmäßiger Ströme, also der vollen Leistung eines Netzabzweiges (Leistungstrennschalter), hat die bisherige Verwendung eines gewöhnlichen Hochleistungsschalters mit besonderem Trennschalter mehr in den Hintergrund gedrängt. Derartige Leistungstrennschalter sollen die Anschlußkosten der kleineren Leistung eines Abzweiges wirtschaftlich anpassen und an die Wartung tunlichst geringe Anforderungen stellen. Einfacher Handbetrieb und natürliche Löschmittel sind für ihren Bau richtunggebend. Sie werden in Verbindung mit einer Hochleistungssicherung als Kurzschlußschutz berufen sein, kleinere Ortsstationen, also in fernen Auslaufpunkten eines Leitungsnetzes, billig zu bauen und zu betreiben. Die Netze werden also an ihren äußersten Verästelungen billig gesichert. Der Leistungstrennschalter muß außer den Eigenschaften als Leistungsschalter auch den Vorschriften des VDE für Trennschalter entsprechen. Auf der Messe waren mehrere solche Schalter zu sehen, z. B. der von Mayr hier[4]) schon beschriebene Leistungstrennschalter der AEG.

Hochleistungssicherungen haben durch das Aufkommen der Leistungstrennschalter ein erweitertes Verwendungsgebiet gefunden. Sie unterbrechen, wie vorhin bemerkt, den Kurzschlußstrom. Überlastungsströme können im Leistungstrennschalter unterbrochen werden. Wie bei ihren Expansionsschaltern, so haben auch hier die SSW bei ihrer Ausstellung keine Einzelheiten mehr, sondern aus dem Bestand die Sorten herausgegriffen und nebeneinander gestellt, die der Verbraucher sucht, so daß jeder seinen Fall vorfindet. Ihre Niederspannungs-Hochleistungssicherungen sind seit der vorjährigen Messe für größere Nennstromstärken weiter entwickelt worden. Es wurde eine Einrichtung vorgeführt, die bei Dauerbelastung einer Sicherungspatrone den Spannungsabfall an der Sicherung selbst und im Vergleich dazu denjenigen im Kontakt mit dem Sicherungsunterteil abzulesen gestattet. Hierdurch wurde die Güte der Kontaktbildung bei den verwendeten sog. Lyrakontakten vor Augen geführt.

Die als geschlossene Patronen ausgeführten Sicherungen sind mit einem körnigen, in der Erwärmung nicht treibenden Stoff gefüllt und können im Bedarfsfall an Ort und Stelle nachgefüllt werden. Die AEG zeigte Hochleistungssicherungen, die mit einem Abschmelzkennzeichen versehen sind, das zur Betätigung von Kontakten und Schalterauslösungen geeignet ist.

Den Anregungen des von H. Grünewald in den VDE-Fachberichten 1935 erstatteten Berichts über das Schalten von Kondensatoren folgend, hat das Sachsenwerk, Niedersedlitz-Dresden, weitere Versuche angestellt und gefunden, daß bei parallelem Zu- und Abschalten von Kondensatorgruppen Vorstufenwiderstände erforderlich sind. Es hat dann aus der Reihe der ölarmen Strömungsschalter[5]) einen Kondensatorschalter entwickelt und auf der Messe erstmals gezeigt. In den Löschkammern des Kondensatorschalters ist ein Vorkontakt eingebaut und an diesen ein induktionsfreier Widerstand angeschlossen. Der Widerstand hat eine Größenordnung, die eine gefährliche Spannungserhöhung verhindert.

Die Überspannungsableiter, denen im Messebericht des Vorjahres besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde, haben sich nun schon mehrere Jahre im Betriebe voll bewährt. Es hat sich dabei gezeigt, daß ein wirkungsvoller Schutz die Aufnahmefähigkeit großer Ströme bedingt. Diese wurde also inzwischen beträchtlich erhöht. Am inneren Bau der Ableiter sind unter Beibehaltung der als richtig erwiesenen Grundgedanken mehrere Verfeinerungen durchgeführt worden. Der Entwicklung für eine Höchstspannung von 200 kV stände nichts mehr im Wege. Die stoßsichere Ausführung einer Anlage (Maschinen, Schalter usw.) ist nun teuer und bei Anlagen von

[4]) ETZ 56 (1935) S. 1191.
[5]) ETZ 56 (1935) S. 258.

100 kV schon an und für sich gewährleistet. Bei Anlagen bis 60 kV aber gibt man statt ihrer dem billigeren Ableiter den Vorzug; er ist hier heute nicht mehr wegzudenken.

Das Verwendungsgebiet für Kondensatoren ist in ständiger Ausdehnung begriffen. Die Industrie hat sich darauf eingestellt und für die verschiedenen Zwecke besondere Bauarten entwickelt. Die Hydrawerk AG, Berlin, zeigte z. B. wiederum ihre Elektrolyt-Kondensatoren, bei denen das Dielektrikum durch eine elektrochemisch auf die Aluminiumfolien gebrachte Oxydschicht gebildet wird. Bisher nur für Motoranlaß (Kondensatormotor) benutzt, findet dieser Kondensator nun auch im Rundfunk Verwendung. Auf demselben Stande waren weiter die üblichen Kondensatoren für Verbesserung des Leistungsfaktors und auch sog. Postkondensatoren für Telegraphie und Telephonie zu sehen. L. Baugatz, Berlin, war u. a. mit seiner „Lärmfänger"-Serie zu Rundfunkentstörungen vertreten.

Die mit ihren hochwertigen keramischen Isolierstoffen und dem darauf unmittelbar aufgebrannten Edelmetallbelag hergestellten Kondensatoren der Hermsdorf-Schomburg (Hescho) Ges. zeigten auch dieses Jahr wieder manche Vervollkommnungen. Ihre Verwendung in der Rundfunkindustrie ist vorherrschend.

Einen Phasenschieber-Kondensator für 125 BkW und 380 V mit angebautem Schütz und Sicherungskasten und ein vollständiges Schaltgerüst mit Hochspannungskondensatoren sowie eine ganze Hochspannungs-Kondensatorenbatterie zeigte neben anderen Kondensatorformen Jaroslaw, Berlin. Darin ist das wichtige Element zu einem organischen Bestandteil elektrischer Hochspannungsanlagen entwickelt worden.

Niederspannungs-Schaltanlagen.

Verteilungsanlagen bilden wegen der industriellen Erweiterungen immer einen guten Verkaufsartikel. Das Schaltergeschäft entwickelte sich im Vorjahr um 10 % besser als davor und in diesem Jahre wieder um 20 % besser als im Vorjahre. Die Schalter wurden weiter für Fernbetätigung ausgebildet. Die Druckknopfschaltung beherrscht das Feld. Sie kann von beliebigen Stellen aus erfolgen und gestaltet den Arbeitseinsatz sehr mannigfaltig. Um die Sicherheit der Druckknopfbetätigung zu erhöhen und das Augenmerk des Werkmannes nicht von seinem Werkstück abzulenken, haben die Schiele-Bruchsaler Industriewerke, Hornberg (Sbik) einen Druckknopfschalter „Einheitsdrehknopf" herausgebracht, der zwei bzw. drei Druckknöpfe ersetzt. Dieselbe Firma hat einen sog. Steckwart entwickelt, an dem mittels einer Steckdose eine weitere Verbrauchsstelle angeschlossen werden kann.

Man hat bei den Schaltgeräten für Niederspannung (bis 1000 V) konsequent das Ziel verfolgt: kürzere Griffzeiten und kürzere Laufzeiten, also bequeme Betätigung am Arbeitsort und rasche Wirkung der Schaltung. Die Betätigung selbst kann auf vielerlei Art erfolgen: Von Hand, durch elektromagnetische Zugspule, motorischen Antrieb oder Druckluft mit Steuerventil. Letztgenannte Schaltart wurde auf der diesjährigen Messe, für Niederspannung ausgebildet, von der AEG zum ersten Male gezeigt und ergibt ein besonders weiches Schalten.

Den Hauptanteil an den Schaltgeräten stellen die Schütze und Regler. Die Schütze sind als Luft- oder Ölschütze gebaut und für Hand- bzw. Fernbetätigung oder selbsttätige Steuerung eingerichtet. Mit einem entsprechenden Relais versehen, dienen sie auch als Motorschutzschalter. Als vorherrschende Merkmale der Schalter haben sich durchgesetzt: ein hoher Kontaktdruck bei kleinen Kontaktflächen, hohe Schaltzahl, leichte Auswechselbarkeit der Kontaktstücke und -spulen, kleine Abmessungen zwecks unmittelbaren Anbaues an die Arbeits- oder Werkzeugmaschine und die Isolierstoffkapselung.

Die Isolierstoffkapselung hat sich wegen ihrer Vorteile: Leichtigkeit, Isoliervermögen, Formenschönheit und billigere Herstellung hoher Stückzahlen allgemein durchgesetzt. Zur Erhöhung der Festigkeit hat die F. Klöckner KG., Köln-Bayenthal, die Gehäuse mit Doppelwänden versehen.

Der Überstromschalter wird jetzt an Stelle der Sicherungen auch für kleine und kleinste Stromstärken verwendet. Die AEG zeigte solche Schalter, bei denen erstmalig eine neue Druckkontaktanordnung im größeren Umfang benutzt wird, und die jetzt in Reihen von 0,5 bis 3000 A Nennstrom entwickelt sind. Neben anderen Antriebsarten, Druckluft und Zugspule, kommt hierbei auch ein neuer motorischer Antrieb in kleinen Baumaßen zur Anwendung. Hierüber sowie über andere Schalter der Firma, wie Motorschutz-, Luft- und Ölschalter und Gearapidschalter ist schon im 1. Messeheft der ETZ ausführlich berichtet worden[6]). Die SSW haben ihre Schalterreihe durch einen neuen Motorschutzschalter für 15 A Nennstrom mit Kurzschlußschnellauslösern, auswechselbaren Bimetallrelais und Heinisch-Riedl-Schutzeinrichtung ergänzt.

Stromrichter. Umspanner.

Die Stromrichterausstellung der Leipziger Messe machte auch in diesem Jahre in ihrer Mannigfaltigkeit und Bedeutung für alle Industriegebiete wieder einen starken Eindruck. Im Vordergrund der Propagierung von Stromrichtern standen die Glühkathodenröhren für das Aufladen von Kraftwagenbatterien. Die für die jeweiligen Batterien erforderliche Ladekennlinie (Strom-Spannungs-Kennlinie) wird durch einen Anzapftransformator, eine besondere Widerstandsart oder eine Drosselspule eingehalten. Die selbsttätig erfolgende Aufladung ist für den Betrieb wichtig und ermöglicht die Ausnutzung niedrigen Stromtarifs.

Die AEG zeigte Stromrichter aller Systeme, auch Trockengleichrichter zur Speisung von Magnetapparaten, und zwar magnetischen Aufspannplatten für Werkzeugmaschinen. Der Trockengleichrichter kann zufolge seines geringen Raumanspruchs unmittelbar an der Werkzeugmaschine angebracht werden. Unter den Stromrichtern mit und ohne Steuergitter der gleichen Firma waren auch Röhren für Relais- und Kippschwinggeräte zu sehen.

Große Aufmerksamkeit wird auch der Speisung von Kinobogenlampen mittels Glühkathoden-Stromrichtern zugewandt. Die SSW zeigten einen solchen für eine 30 A-Lampe, der an Stelle eines energieverzehrenden Beruhigungswiderstandes ebenfalls eine Drosselspule besitzt. Derselbe Gleichrichter wird für die Versorgung von Senderöhren mit hochgespanntem Gleichstrom verwendet. Für kleinere Leistungen haben die SSW einen sechsanodigen Porzellanstromrichter für 13 000 V und 10 A mit Steuergitter für Spannungsregelung und Kurzschlußlöschung ausgestellt. Er hat eine flüssige Quecksilberkathode. Ein Versuch ergab, daß das Porzellan wegen seiner großen Dichte sich zu dem vorliegenden Zweck gut eignet.

Als eine besondere Neuerung zeigte unter ihren Ausstellungsgegenständen die zur BBC-Gruppe gehörende Gleichrichter-Gesellschaft einen Ladegleichrichter zum selbsttätigen Laden von alkalischen Batterien mit konstantem Strom. Der Vorteil der alkalischen Batterien, den vollen Ladestrom bis zur beendeten Aufladung aufrechterhalten und dadurch die Ladezeit erheblich abkürzen zu können, wird mit diesem Gleichrichter voll ausgenutzt.

Das Geschäft in Transformatoren ist dauernd lebhaft und hat auch im vergangenen Jahre noch eine weitere erhebliche Steigerung erfahren. Daran sind besonders die Anlagen auf der Niederspannungsseite beteiligt. Die Rohstofflage hat dahin gewirkt, bei Transformatoren außer den Wicklungen und stromführenden Teilen Aluminium zu verwenden. Um die von den einzelnen Verbrauchergebieten gestellten Forderungen an Spannungs-

[6]) ETZ 57 (1936) H. 9, S. 225/27.

regelung zu befriedigen, haben BBC einen Regelungstransformator für Niederspannungsregelung (Verbraucherseite) herausgebracht, der eine unterbrechungslose, feinstufige oder stetige, auch für kleine Einheiten geeignete Regelung selbsttätig ohne Wartung übernimmt. Dieselbe Firma zeigte einen tragbaren Schweißtransformator für das Kleinhandwerk in stufenloser Regelung von 13 bis 150 A für Elektroden von 1 bis 4 mm Dmr. bei entsprechender Einschaltdauer, sowie fahrbare Transformatoren für größere Schweißarbeiten, stufenlos von 18 bis 250 A regelbar.

Auch bei Gleichstrom-Schweißumformern hat sich die stufenlose Regelung eingeführt.

Über den von der Hochspannungs-G. m. b. H., Köln-Zollstock, entwickelten öllosen Hochspannungstransformator mit Klotzwicklung, bei dem die Einbettung der Hochspannungswicklung von Transformatoren in Hartpapier gelungen ist, wurde hier[7]) bereits ausführlich berichtet.

Pumpen und Lüfter.

Der wirtschaftliche Vorteil der Hauswasserpumpen kommt in allen daran interessierten Betrieben mehr und mehr zur Geltung. Die SSW haben die schon vor zwei Jahrzehnten auf dem Markt befindliche Wasserringpumpe, eine selbstansaugende Kreiselpumpe, in ihrem Wirkungsgrad so verbessert, daß sie in dieser Beziehung der Kreiselpumpe, die nicht von selbst ansaugt, nicht mehr nachsteht. Die Wasserförderkosten betragen bei den üblichen Druckhöhen und Strompreisen nur noch einen Bruchteil der sonst üblichen Wasserpreise.

Den Gedanken, mit Lüftern nicht nur bewegte Luft, sondern auch Luft von höherem Feuchtigkeitsgehalt zu liefern, setzte die AEG mit ihrem neuen Feuchtluftventilator in die Tat um. Die von einem an der Seitenwand des Wasserbehälters befindlichen Ventilator angesaugte Luft durchstreicht ein System von saugfähigem Fließpapier, welches in das in den Behälter bis zu einer gewissen Höhe eingefüllte Wasser eintaucht, und bringt hierbei das aufsteigende Wasser zur Verdunstung. In bestimmten Grenzen paßt sich die Verdunstungsmenge dem Feuchtigkeitsbedarf der Luft an und beträgt bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % und einer Temperatur von 20 ° C etwa 200 g/h. Das Gerät bedeutet außer in Wohnräumen, Büros und Krankenhäusern besonders in Ländern mit trockenwarmem Sonnenklima eine Annehmlichkeit und hygienische Wohltat.

Kabel.

An Stelle der von der Überwachungsstelle für unedle Metalle bis auf weiteres außer Verwendung gesetzten Leitungen und Kabel aus Kupfer für gewisse Querschnitte ist als deutscher Werkstoff mit vollem Erfolg das Aluminium getreten. Es wurden daraufhin neue Verbindungsarten entwickelt, die sich als betriebssicher und den früheren Verbindungen als gleichwertig erwiesen haben. Bei den Leitungen selbst konnten sogar mancherlei Vorteile gegen Kupferleitungen festgestellt werden. Die Kabelwerke zeigten sämtlich Kabel und blanke und isolierte Leitungen mit Aluminiumleitern. Die Verbindung von Aluminumleitungen unter sich und mit ihren Armaturen erfolgt durch Schweißen, Löten, Gießen und Pressen. Hiermit sind alle Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt. Auch hiervon waren Meisterstücke in vollendeter Ausführung seitens der einschlägigen Werke zur Messe gebracht worden.

Die Verlegung der Hochspannungs-Ölkabel hat weiterhin zugenommen. Bis zur diesjährigen Messe sind rd. 1000 km Leitungsstrecke damit ausgerüstet, darunter solche mit 220 kV Betriebsspannung. Durchschläge sind hierbei nicht vorgekommen. Die Herstellung der Kabel ist weiter verfeinert worden. Die Wirkungsweise des Ölkabels, das Fließen des Öls in Kabel und Muffe beim Erwärmen und Abkühlen des Kabels wurden von der AEG auf der Messe dem Beschauer in einem wohlgelungenen Film vor Augen geführt. Vom heutigen Stand der Ölkabeltechnik war eine vollständige Ölkabelausrüstung mit Muffe, Endverschluß und Ölausgleichsgefäß zu sehen.

Druckkabel der Felten & Guilleaume Ges., Köln, haben sich auf den bisher verlegten Linien bewährt, so daß weitere Anlagen projektiert werden konnten. Es hat sich gezeigt, daß in einem gegebenen Fall die Kabel während dreier Tage ohne Druck weiter arbeiten konnten, wobei sich, wenn der Druck wieder darauf gegeben wird, die Regenerierung von selbst vollzieht. Im Jahre 1935 wurde ein 60 kV-Druckkabel auf einer 3,14 km langen Strecke in schwierigem Gelände bei Oslo verlegt. Die Rohrleitung ist mit Stickstoff von 15 at gefüllt und so dicht, daß sich die Bereithaltung von Gas zur Nachfüllung erübrigt. Nach der Fertigstellung wurde das Kabel 60 min lang mit einer Gleichspannung von 140 kV geprüft.

Die weitere Entwicklung der Hochfrequenzkabel, z. B. für Fernsehsprechen, hat den gesteigerten Frequenzen (500 000 Hz) zufolge ihr Augenmerk auf Verwendung eines geeigneten Isolierstoffs gerichtet. Es gab bei konzentrischen Kabeln zur Abstützung zwischen Innen- und Außenleiter entweder Isolierstoffe mit kleinen dielektrischen Verlusten, die aber nicht biegsam waren, und biegsame Isolierstoffe, die aber zu große dielektrische Verluste hatten. Die Norddeutschen Seekabelwerke in Nordenham brachten nun Kabel mit einem Isolierstoff zur Messe, der beide Eigenschaften in sich vereinigt, also biegsam war und kleine dielektrische Verluste hat[8]). Es ist gelungen, aus dem bekannten Trolitul ohne Zusatz von Weichmachungsmitteln, die immer die elektrischen Eigenschaften verschlechtern, einen Stoff „Styroflex" herzustellen, der die gleichen guten elektrischen Eigenschaften wie Trolitul besitzt, der sich aber, und darin besteht das Neue, in Form von elastischen Fäden und Bändern herstellen läßt und nebenbei vollkommen unhygroskopisch ist. Der Styroflexfaden wird als Doppelwendel um den Innenleiter gelegt, mit einem Styroflexband und darauf mit den Kupferbändern als Rückleiter und einem Bleimantel umwickelt, alles auf normalen Maschinen.

Elektrowärme.

Die Entwicklung des Elektroherdes hat einen Weg eingeschlagen, der die Einbürgerung des elektrischen Kochens erleichtern wird. Die Oberflächentemperatur der Kochplatte wird wesentlich, und zwar bis zur Rotglut, erhöht, die Wärmeübertragung erfolgt einmal, wie bei den sog. Masseplatten, durch Leitung, dann aber zu einem erheblichen Teil noch durch unmittelbare Strahlung. Daraus ergeben sich folgende Vorteile: sichtbare Rotglut, schnelleres An- und Hochheizen und kleinere Wärmekapazität. Die Heizdrähte liegen bei diesen Kochplatten nicht frei oder in einer Masse eingebettet, sondern in Heizröhren. Diese sind bei der „Istra-Kochplatte" (isolierter Strahlstab) der AEG spiralig zu einer Fläche gewunden, bei der „Glühkochplatte" von Prometheus (Voigt & Haeffner, Frankfurt a. M.) in Form des bekannten Backerrohres in drei konzentrischen Kreisen zwischen zwei runde, nicht zundernde Blechscheiben eingebettet, die eine unten geschlossene Kochplatte bilden.

Der Isolierpreßstoff hat nun auch in der Elektrowärme seinen Einzug gehalten. Und wie an anderen Gegenständen, so hat auch hier bei dem Haartrockner der SSW das Gerät eine besondere Form erhalten. Der Lüftermotor ist im Handgriff selber untergebracht und ruht daher ohne Auftreten eines Drehmomentes sicher in der Hand, und da die Blasrichtung dabei in der Achse des Handgriffs liegt, verspürt man bei der Benutzung des Geräts keinerlei Ermüdung.

Es ist mehrfach festzustellen gewesen, daß die Industrie in der Gestaltung der elektrischen Hausgeräte, z. B. der Staubsauger, dazu übergegangen ist, die Handhabung durch eine Gewichtsverminderung oder sonstige Maßnahmen zu erleichtern. In der Wärmetechnik fiel

[7]) ETZ 57 (1936) H. 9, S. 237.

[8]) ETZ 56 (1935) S. 1245.

dies besonders bei einem neuen von Prometheus (Voigt & Haeffner) nach Angaben von Woll hergestellten Bügeleisen, dem sog. „Expreßbügler"[9]), auf. Die Eigenschaften desselben sind kurz gesagt folgende: Hohe Wattaufnahme des Heizelements, höhere Wärmeleitfähigkeit der Bügelsohle (Aluminium), selbsttätige Temperaturregelung (einstellbar je nach Wunsch zwischen 180 und 300 ° C), d. h. Anpassung der Sohlenwärme an das Bügelgut und Vermeidung unnötiger Temperaturerhöhung, Abkürzung der Bügelzeit, Stromersparnis und Erleichterung des Bügelns.

Die schon im Vorjahre zur Messe gebrachten Heißwasserspeicher mit Kochstufe, denen man je nach Wahl mittels eines Handschalters heißes Wasser bis zur Kochstufe entnehmen konnte, sind nun zu Kochendwasserspeichern entwickelt worden. Eltron (Dr. Stiebel) zeigten solche, die das Wasser nicht nur bis zum Sieden erhitzen, sondern diese Temperatur selbsttätig halten, so daß jederzeit kochendes Wasser zur Verfügung steht. Sie werden als Ablauf-, Überlauf- oder Füllspeicher gebaut.

Lichttechnik.

Die Grundlagen der fortschreitenden Entwicklung der Lichttechnik, wie diese in den hier bereits behandelten Einzelausführungen der Beleuchtungstechnik[10]) ihren Niederschlag finden, waren auf dem diesjährigen Stande der Osram-Gesellschaft unter dem Leitwort Auge — Licht — Lampe zur Anschauung gebracht; eine physiologisch-optische Technik, die an überlebensgroßen Modellen des menschlichen Auges die Zusammenhänge der Beleuchtung und Augenschonung eindrucksvoll erkennen ließ. In der Vorhalle fand man in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit die Sonderlampen vereint, die zu den Erzeugnissen des Werkes gehören. Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Lichtquellen fand im Laufe des Jahres 1935 in den neuen Osram-Doppelwendellampen ihren Höhepunkt.

Meßtechnik.

Das, was den deutschen Markt in Meßgeräten für den Abnehmer, besonders im Auslande, so anziehend und begehrenswert macht, die hochwertige Präzisions-Meßtechnik, gab auch diesmal wieder in mustergültigen Ausführungen der Messe die Note. Da waren vor allem die meßtechnischen Ausstattungen der Prüfämter vertreten, einmal die Eichgeräte selber und dann die zu ihrer Nachprüfung erforderlichen Kompensationsmeßtische. Desjenigen von Hartmann & Braun, Frankfurt/Main ist hier schon gedacht worden[11]); man kann an ihm neuerdings den Fehler des Prüflings unmittelbar in Skalenteilen an der entsprechend geteilten Skala des Galvanometers im Stufenkompensator ablesen. Die bisher auf der Tischplatte aufgestellten Teile, auch die Normalwiderstände, sind jetzt in die Tischplattte versenkt eingebaut.

Auch S & H zeigten wieder ihre anerkannten Präzisionsmeßgeräte und Einrichtungen von Prüfämtern. Unter diesen fiel eine, auch von Hartmann & Braun zur Messe gebrachte, nach Angaben von W. Hohle gebaute tragbare Wandler-Prüfvorrichtung auf. Das Gerät, an sich nicht neu, hat sich im Laufe der Zeit gut eingeführt und stellt nun einen ausgesprochenen Messeartikel dar. Es arbeitet nach einem Vergleichsverfahren und ermöglicht, Strom- und Winkelfehler von Strom- und Spannungswandlern in sehr einfacher Weise und mit großer Genauigkeit festzustellen. Groß war die Auswahl an Meßwandlern von S & H, was darin seine Erklärung findet, daß allgemein das Meßwandlergeschäft durch den Bau neuer Anschlußanlagen gut in Schwung gekommen ist. Für die Ausfuhr kommen besonders die leichten Stabwandler in Betracht.

An Stelle der für Messung magnetischer Feldstärken benutzten ballistischen Galvanometer haben H & B einen direktzeigenden Flußmesser entwickelt und erstmals zur Messe gebracht. Die schnelle und genaue Messung der Feldstärke z. B. an Lautsprecher- und Zählerbremsmagneten erfolgt nach dem Induktionsverfahren, d. h. durch Messung des elektrischen Spannungsstoßes, der in einer durch das Feld bewegten Meßspule induziert wird. Der Flußmesser stellt den Zeiger im Bruchteil einer Sekunde auf den Meßwert ein und läßt ihn dort längere Zeit stehen, wodurch ein bequemes Ablesen gewährleistet wird.

Unter den Betriebsmeßgeräten hat die Reihe der Isolationsmesser hinsichtlich Meßgenauigkeit und Meßbereich eine Ausweitung erfahren. S & H stellten eine geschlossene Reihe aus in kleinen Modellen besonders für den Installateur, mittleren für Elektrizitätswerke und Fabrikation und großen z. B. für die laufende Überwachung des Isolationszustandes von Maschinen mit Meßbereichen bis herauf zu 10 000 MΩ.

Die AEG hat einen neuen Dämpfungsmesser für Fernsprechkabel entwickelt, der den Wert unmittelbar in Neper anzeigt. Er wurde mit dem zugehörigen Schwingungserzeuger im Betrieb vorgeführt. Die Verstärkung der Sprechströme, die durch den Schwingungserzeuger hervorgerufen werden, wird für Leitungen mit verschieden starker Dämpfung vom Dämpfungsmesser angezeigt.

Auch die Röntgenologie war dieses Jahr, wie schon im vorigen z. B. bei BBC[12]), wieder mit neuen Entwicklungsarbeiten vertreten. Diese gingen in Richtung der Feinstrukturuntersuchungen, worin S & H zum erstenmal mit ihrer neuen Kleinröntgeneinrichtung „Kristalloflex" für werkstattmäßige Feinstrukturuntersuchungen in Industriebetrieben herauskamen. Wenn einmal mehr Untersuchungsmaterial herauskommt, wird die Praxis, darunter auch die Medizin, mehr und mehr Geschmack und Bedarf an diesen wichtigen Einrichtungen finden.

Der Frequenzschreiber der AEG wurde erstmalig mit ferrodynamischem Meßwerk für einen Meßbereich von 49,8 bis 50,2 Hz ausgeführt; er arbeitet lediglich mit verlustarmen Schwingungskreisen und ist besonders für größere Maschinen bestimmt, bei denen auch kleinste Frequenzänderungen aufgezeichnet werden sollen.

Das Augenmerk hat sich im Bau der Meßgeräte auch auf die übersichtliche Anordnung vieler Geräte auf kleiner Schalttafel gerichtet. Die Ausstellung der AEG zeigte dementsprechend u. a. raumsparende quadratische und runde Schalttafel-Meßgeräte; sie werden für sämtliche in Schaltanlagen vorkommende Meßgrößen hergestellt.

Einen recht bedeutenden Schritt in der Entwicklung der Kathodenstrahloszillographen hat die Hochspannungsgesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, gemacht, indem sie einen Hochspannungs-Oszillographen zur unmittelbaren Aufzeichnung von Spannungsvorgängen bis zu 100 kV ohne Spannungsteilung als reines Industrieerzeugnis schuf und zur Messe brachte. Es sind darin die von deutschen Forschern gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengefaßt und durch konstruktive Ausgestaltung zu einem Gerät hoher Leistung und einfacher Handhabung entwickelt worden. Die erforderliche Strahlleistung beträgt nur etwa 10 W, die Schreibgeschwindigkeit über 30 000 km/s und der Spannungsbereich ohne Spannungsteilung 1000 bis 100 000 V. Der Oszillograph ermöglicht zufolge seines einfachen Aufbaues rasches Arbeiten und wird, zumal er als Ganzes leicht ortsbeweglich ist und geringen Raumanspruch stellt, in die Praxis bald Eingang finden.

Das von Ferrari im Vorjahr angegebene Prinzip für Elektrizitätszähler ist der seinerzeitigen Ankündigung entsprechend weiter entwickelt worden. Die AEG zeigte auf der diesjährigen Messe ein beachtenswertes neues Gerät zur Ermittlung der kVA-Spitze, durch das die bisherigen Scheinverbrauchszähler entbehrlich werden. Die Einrichtung besteht aus einem Blindverbrauchszähler mit Registriervorrichtung, deren Auslösung jeweils bei Erfüllung einer bestimmten Wirkarbeit erfolgt, also nicht alle 15 oder 20 min, sondern, wie im vorjährigen Messebericht angegeben, je „Festmenge". Wertvoll ist hierbei,

[9]) ETZ 57 (1936), H. 10, S. 285.
[10]) ETZ 57 (1936) H. 9, S. 255.
[11]) ETZ 57 (1936) H. 9, S. 254.
[12]) ETZ 56 (1935) S. 556.

daß der Wirkverbrauchszähler ein Präzisionszähler sein kann; er ist von Arbeit für die Tarifeinrichtung befreit. Die kVA-Werte sind mit Hilfe eines Nomogramms leicht zu ermitteln. Aus dem Registrierstreifen läßt sich auch feststellen, wann die kVA-Spitze und auch die kW-Spitze aufgetreten ist und wieviel Kilowattstunden unter Unterschreitung eines beliebigen Soll-cos φ entnommen worden sind. Gegenüber dem Verfahren mit Wirk- und Blindschreibern hat man den Vorteil, daß nur ein Schreibwerk gebraucht wird, und daß die Auswertung bequemer ist.

Der bekannte Zippsche Hochspannungsanzeiger kann bei hochspannungführenden Leitungen infolge etwaigen Versagens der Glimmröhre durch Nichtaufleuchten Spannungslosigkeit vortäuschen. Alexander (F & G) hat den Zippschen Anzeiger umgebildet, indem hier die Prüfvorrichtung in der Röhre selbst angebracht ist. Die Glimmröhre ist so gebaut, daß ein Quecksilbertropfen im Innern der Röhre diese zum Aufleuchten bringt, wenn man sie mit dem oberen, an den spannungführenden Teil anzulegenden Ende gegen diesen leicht anstößt. Der Anzeiger dient auch zur Feststellung niedriger Spannungen, z. B. Induktionsspannungen aus Nachbarleitungen. Das Leuchten der Röhre ist außerdem deutlich erkennbar, während es bei der bisherigen Ausführung durch das umgebende Tages- oder Lampenlicht allzu leicht unbemerkt bleiben konnte.

Fernmeldetechnik.

Im Fernsprechwesen haben sich die Nebenstellen-Zentralen[13]) für eine oder mehrere Amtsleitungen und eine kleinere bzw. größere Anzahl von Nebenstellen oder Teilnehmern in steigendem Maße in die Praxis eingeführt. Die Entwicklung hält an und trägt in vielen Spielarten allen in der Praxis überhaupt denkbaren Fällen Rechnung. Zum ersten Male zeigten S & H die Verwendung eines mit eignem rotierenden Motor ausgestatteten Drehwählers[14]).

An besonderen Erzeugnissen war eine Fernsprech-Verstärkerstelle der AEG im Betrieb zu sehen, die für Fernsprechverbindungen mit geringem Verkehr entwickelt worden ist. Sie bedarf nicht einer ständigen Bedienung durch geschultes Personal und erfordert wenig Raum. Die elektrischen Eigenschaften entsprechen den neuzeitlichen Vorschriften; im Störungsfall schaltet sich der Verstärker selbsttätig aus und die Fernsprechleitung unverstärkt durch, dies wird sicht- und hörbar angezeigt.

Eine systematische Durcharbeitung der Lichtrufanlagen ließen sich S & H angelegen sein. Anordnung von Schaltungen und Einzelheiten sind neu. Die Einrichtungen haben kleine Abmessungen und arbeiten sicher. Die Anlagen stellen einen ausgesprochenen Artikel für Installateure dar und können deren Arbeitsbereich bei entsprechender Rührigkeit wesentlich erweitern.

Ihre auf Grund einer fünfzigjährigen Erfahrung ausgebauten Feuermelde-Anlagen hat die C. Lorenz AG., Berlin, neuerdings dahin entwickelt, daß nunmehr alle mechanischen oder elektrischen Sperrorgane in den angeschlossenen Meldern fehlen, die bisher notwendig waren, um Verstümmelungen von gleichzeitig abgegebenen Meldungen zu verhindern.

In das Gebiet der Signalanlagen weist der Schienenstromschließer „Neptun" von Felten & Guilleaume, Köln. Die weitere Verstärkung des Oberbaues, Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten und Einführung leichter Triebfahrzeuge erforderten für die Blocksysteme empfindlichere Schienenstromschließer. Die genannte Gesellschaft hat einen solchen entwickelt und auf der diesjährigen Frühjahrsmesse erstmals gezeigt. Er trägt den gesteigerten Ansprüchen der Reichsbahn Rechnung und kommt, was für die Devisenwirtschaft wichtig ist, mit nur einem Bruchteil der bisher benötigten Quecksilbermenge aus. Als Druckübertragungsmittel dient hier Luft, so daß die Membran keine nennenswerte Arbeit zu leisten hat und das Gewinde des Druckbolzens durch Radstöße nicht beschädigt werden kann. An Quecksilber hat er gegenüber dem Bedarf von 2,5 kg anderer Schienenstromschließer nur noch etwa 3 g für die Kontakteinrichtung nötig.

Das Rundfunkwesen mußte in diesem Jahre, obwohl zum HdE gehörig, infolge dortigen Raummangels zu großem Teil nach Halle VI ausquartiert werden, wird aber nach der schon erwähnten Erweiterung des HdE wieder zu einer Gesamtheit dorthin zurückkehren. Der Begriff des „Saisongeschäfts"[15]) und des ihm zugeordneten Marktes ist noch immer ungeklärt. Die reiche Beschickung der Leipziger Frühjahrsmesse auch mit vor dem 1. Februar herausgebrachten Neuheiten wies aber erneut darauf hin, daß man die Zeitspanne zwischen der großen Rundfunkausstellung in Berlin und dem sog. Weihnachtsgeschäft, d. h. die Monate September und Oktober, für zu kurz hält, um die Weihnachtsaufträge zu bewältigen. Man denkt ja deshalb auch schon daran, die Rundfunkausstellung gegen das Frühjahr hin zu verschieben, doch träfe sie dann mit der Leipziger Messe zusammen. Die Rundfunkindustrie wird nun auf die Leipziger Messe als Hauptstapelplatz der Elektrotechnik nicht verzichten wollen und können, zumal der Funkeinzelhandel auch an vielerlei anderen elektrotechnischen Artikeln interessiert ist, die er allein auf der Leipziger Frühjahrsmesse findet. Man dürfte sich darin irren, das Weihnachtsgeschäft durch erzwungene, technisch nicht gerechtfertigte Neuheiten heben zu können, so daß die Frage: Konjunktur und Rückstände von selbst ihre Lösung findet.

Eine dem Funkausstellungsbericht entsprechende Berichterstattung über die Funkmesse würde an dieser Stelle aus Raummangel nicht möglich sein. Das ganze Rundfunkmaterial war seitens unserer Industrie einmal wieder in mustergültigen Ausführungen zur Stelle gebracht worden. Besondere Aufmerksamkeit war infolge eines zur Milderung der Saisonschwankungen erlassenen Preisausschreibens des Radio-Großhändler-Verbandes dem Kofferempfänger zugewandt worden, von denen man recht gute, d. h. leichte, handliche und empfangsstarke Modelle sah. Weiter wäre noch die von Osram entwickelte Glimm-Indikatorröhre zur optischen Abstimmung der Rundfunkempfänger[16]) zu erwähnen.

Werkstoffe.

Über die für Schalt-, Rundfunk- u. dgl. Geräte verwendeten Preßstoffe ist an den betreffenden Stellen schon gesprochen worden. Der chemischen Forschung der Troisdorfer Stammgesellschaft (Nobel) ist es nun gelungen, in dem „Mipolam" benannten, neuen thermoplastischen Stoff einen in Wasser- und Alterungsbeständigkeit den Kautschuk noch übertreffenden Stoff zu entwickeln. Er dient zum Umspritzen von Drähten und Kabeln, hat hohes Isoliervermögen, ist ozonfest und leicht zu verarbeiten. Er wird von der Venditor-Verkaufsgesellschaft, Troisdorf, auch als Preßpulver, Stäbe, Rohre oder dgl., sowie in glasklaren Folien von 0,02 bis 0,1 mm Stärke in den Handel gebracht.

Im Lauf der Entwicklung ihrer keramischen Hochfrequenz-Isolierstoffe hat Hescho mit ihrem Stoff „Condensa" die Dielektrizitätskonstante derart gesteigert, daß sie diejenige aller bisher praktisch verwendeten festen Isolierstoffe übertrifft. Die Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstanten sind negativ. In ihrem neuesten Stoff „Tempa N" hat Hescho eine Sondermasse gefunden, deren Kapazitätswerte im Gebrauchsbereich durch die Temperatur nur so wenig beeinflußt werden, daß die hierdurch bewirkten Änderungen überhaupt vernachlässigt werden können.

[13]) Vgl. z. B. ETZ 56 (1935) S. 559 u. 57 (1936) S. 247.
[14]) ETZ 57 (1936) S. 223.
[15]) ETZ 56 (1935) S. 559/560.
[16]) ETZ 56 (1935) S. 917.

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1936 außerhalb des HdE.

Von G. H. Winkler VDE, Berlin.

621. 3 (064)

Werkzeugmaschinenantrieb.

Die Werkzeugmaschinenschau in Halle 9 mit ihren unzähligen arbeitenden Maschinen vermittelt dem Besucher der Technischen Messe wohl den sinnfälligsten Eindruck des Begriffes Technik, und sie vermittelt auch dem Elektrotechniker immer wieder neue Kenntnisse und Anregungen. Wir werden uns naturgemäß in unserer Nachschau nicht vom Wert der Werkzeugmaschine als solcher leiten lassen, sondern werden das elektrotechnisch Interessante heraussuchen. Die „elektrische" Werkzeugmaschine mit ihren schönen Formen, ihrer hohen Genauigkeit und spielend leichten Bedienung befindet sich in voller Entwicklung, als deren besondere Kennzeichen wir heute etwa vereinfachte Steuerung, feinstufige Drehzahlregelung, hohe Drehzahlen und schließlich die Herausbildung immer neuer Handwerkzeugmaschinen nennen können.

Bei den meisten Maschinen genügen Drehzahlen bis 3000 U/min, wir kommen also mit normalen Motoren aus, abgesehen von der Regelungsfrage. Für manche Zwecke, insbesondere zur Holzbearbeitung, werden aber höhere Drehzahlen (bis 30 000) verlangt. Hier findet einmal der Reihenschlußmotor in begrenztem Umfang Anwendung, weiter sehen wir Doppelläufermotoren, Motoren mit Sondergetriebe und Motoren, die mit höherer Frequenz gespeist werden. Einige Beispiele: Ein Handfräser, Leistung 0,7 PS, ist mit einem Reihenschlußmotor des Sachsenwerks ausgerüstet. Die Vollastdrehzahl beträgt 11 000 U/min; zur Drehzahlbegrenzung auf 16 000 U/min ist parallel zur Ankerwicklung eine Bremswicklung vorgesehen. Oberfräsen, die zum Beispiel zum sauberen Herausschneiden verschiedenster Formen aus Sperrholzplatten dienen, wurden mit 20 000 U/min durch einen SSW-Drehstrom-Motor getrieben, der an einen Periodenumformer für 350 Hz angeschlossen war. Weitere Beispiele für den Antrieb mit höheren Frequenzen findet man besonders bei den Handwerkzeugmaschinen (z. B. Robert Bosch AG.). Bis zu 6000 U/min sind die Doppelläufermotoren brauchbar. Sie werden z. B. von den SSW in zwei Bauarten ausgeführt: 1. Ineinanderschachtelung zweier Kurzschlußläufer-Motoren oder 2. Hintereinanderschaltung zweier Motoren; in jedem Falle wird der Ständer des einen Motors vom Läufer des anderen angetrieben. Im Falle 1. besitzen die beiden zusammengebauten Motoren je eine polumschaltbare 4/2polige Ständerwicklung, im Fall 2. bei 4500 U/min der eine Ständer eine 4polige, der andere eine 2polige Wicklung. Bei 6000 U/min haben beide Ständer zweipolige Wicklungen. Welche der Bauarten benutzt wird, hängt vom Aufbau der Holzbearbeitungsmaschine ab. — Die Himmelwerk AG., Tübingen, zeigte neben Motoren für erhöhte Frequenz und Doppelläufermotoren einen Getriebemotor mit einer Drehzahl bis 15 000 U/min. Die Motordrehzahl 3000 wird auf die Abtriebsdrehzahl 15 000 in einem Stahlrollengetriebe (Wälzgetriebe) übersetzt. Das Getriebe läuft völlig ruhig; eine zuverlässige Kraftübertragung wird dadurch erzielt, daß der Druck, mit dem die Rollen aneinandergepreßt werden, von dem zu übertragenden Moment selbst erzeugt wird. Der Motor kann übrigens auch polumschaltbar sein, so daß verschiedene Drehzahlen möglich sind.

a Leonardsatz *b* Steuergerät *c* Hauptschalter
d_1, d_2 Geschwindigkeitseinstellung für Vor- und Rücklauf *e* Hängedruckknopf

Abb. 1. Leonard-Antrieb einer Hobelmaschine.

Nachstehend sollen nun aus den Antrieben mit üblichen Drehzahlen einige kennzeichnende Lösungen ausgewählt und ihre Besonderheiten beschrieben werden. — Auf dem Stande der Schiess-Defries-AG., Düsseldorf, befand sich eine Versuchs-Schnellschnittdrehbank mit großem Schalt- und Meßpult. Die Bank ist für Zerspanungsversuche aller Art gedacht. Den Antrieb — wahlweise 1 : 3 regelbarer Gleichstrommotor oder polumschaltbarer Drehstrommotor 750/1500 U/min — liefern die SSW. Weitere Drehzahlen werden durch Übersetzungsänderungen mittels Handrad eingestellt, die Drehzahl des Motors wird durch Druckknöpfe am Spindelstock oder Support geregelt. Die Umlaufzahlen und Vorschübe lassen sich also sehr fein einstellen; beide Größen werden an Tachometern abgelesen. Weitere Instrumente zeigen die zugeführte Energie, das Antriebsdrehmoment, die drei Stahldruckkomponenten und die Schnittgeschwindigkeit an. Der Meß-Stahlhalter ist mit den elektrischen Meßdosen von Schiess-Defries ausgerüstet, welche die Drucke durch die Änderung des Querschnitts eines Flüssigkeitswiderstandes meßbar machen.

Eine Zweiständer-Karussell-Drehbank von Schiess-Defries wurde von einem SSW-Drehstrom-Nebenschlußmotor angetrieben, Regelbereich 480 bis 1500 U/min, wobei von 800 bis 1100 U/min annähernd konstante Leistung von 25 kW abgegeben wird. Zum schnellen Stillsetzen der Maschine ist eine elektrische Bremseinrichtung vorgesehen, durch die der Motor mit Gleichstrom gespeist wird, der über einen kleinen Trockengleichrichter dem Drehstromnetz entnommen wird. Ebenfalls bei Schiess-Defries war eine Großdrehbank mit Gleichstrom-Wende-Regelmotor der AEG ausgerüstet, 80 PS, 550 V, 350 bis 1300 U/min, Ankerkurzschlußbremse. Die Ölleitungen dieser Bank werden durch eine elektrische Anlage mit Warnlicht

überwacht. Die drei Supporte hatten je einen Schnellverstellmotor, 2,6 PS, 2850 U/min, 110 V mit Schützensteuerung und Druckknopfbetätigung.

Das Sachsenwerk konnte seine Drehstrommotoren mit Widerstandsläufer mehrfach anwenden, z. B. als Support-Verstellmotoren einer Radsatz-Drehbank. Diese Läuferart eignet sich besonders dann, wenn große Anzugsmomente nötig sind, denn die Widerstandsläufer bringen bei unmittelbarem Einschalten das 2,1 bis 2,4fache des Nennmomentes auf bei 4- bis 4,4fachem Strom. Der Leonard-Antrieb gewinnt im Werkzeugmaschinenbau ständig weiter an Boden. Ein interessantes Beispiel, zum erstenmal in Deutschland gezeigt, war eine schnellaufende Hobelmaschine (Gebr. Boehringer, Göppingen), deren Tischgeschwindigkeit mittels Leonard-Antrieb (SSW) von 6 bis 80 m/min in Vor- und Rücklauf stufenlos geregelt werden kann (Abb. 1). Bemerkenswert sind die einfache Steuerung durch nur drei in den Ständer eingebaute Schütze und die sehr kurzen Umsteuerzeiten. Die Stromspitze beim Umsteuern beträgt etwa 200 A und ist nur 45 % größer als der Nennstrom. Beim Umsteuern auf höchste Rücklaufgeschwindigkeit beträgt die Umsteuerzeit nur 0,9 bis 1 s. Beim plötzlichen Abschalten wird der Tisch in etwa 0,2 s stillgesetzt.

Auch die wohl größte Werkzeugmaschine der Technischen Messe, eine Starr-Hobelmaschine mit vier Supporten (H. A. Waldrich, Siegen), hatte Leonard-Antrieb. Die elektrische Ausrüstung stammt von der AEG: Tischantrieb durch zwei Motoren von zusammen 85 PS, 200 bis 1200 U/min, Tischgeschwindigkeit von 4,5 bis 27 m/min regelbar. Auch bei rd. 11 m/min steht noch die volle Leistung zur Verfügung; die Drehzahl der Antriebsmotoren wird nämlich von 500 bis 1200 U/min im Nebenschluß geregelt, bei 500 bis 200 U/min wird durch Spannungsänderung bei konstanter Durchzugskraft der Hobelmaschine geregelt. Angelassen und umgesteuert werden die Motoren durch einen Leonard-Umformer in Verbindung mit einer selbsttätigen Druckknopf-Schützensteuerung. Die Anker und die Nebenschlußfelder der an beiden Seiten der Maschine angeordneten Motoren sind in Reihe geschaltet, damit die Belastung stets gleichmäßig verteilt ist. Zum Vorschub und zur Schnellverstellung der Supporte dienen Gleichstrommotoren, während der Querbalken durch einen 20 PS-Drehstrommotor verstellt wird.

Der polumschaltbare Motor, vor wenigen Jahren noch eine zögernd verwendete Neuheit, findet sich außerordentlich häufig. Als Beispiel sei eine Zahnflankenschleifmaschine der deutschen Niles-Werke, Berlin, erwähnt. Die Elektro-Ausrüstung (AEG) umfaßt einen dreifach polumschaltbaren Motor für den Stößel-Antrieb (4/6/8 PS, 710/1410/2820 U/min), einen Schleifscheibenmotor (2 PS, 2860 U/min), Tischantrieb (1,5 PS, 1435 U/min) und eine Elektro-Kühlmittelpumpe. Die Maschine hat Einhebelsteuerung, sämtliche Motoren werden also von einem Hebel geschaltet. In der 1. Stellung werden die Hilfsantriebe ein- und in der zweiten Stellung der Stößel-Antrieb mit der niederen Geschwindigkeit zugeschaltet. Auf der dritten und vierten Stellung wird dann der Stößel-Antriebmotor auf die mittlere bzw. höchste Geschwindigkeit geschaltet. Für Pumpe und Schleifscheibenmotor sind außerdem besondere Druckknöpfe vorhanden, mit denen man beide beim Einrichten ausschaltet. Die Einhebelsteuerung mit ihrer sinnfälligen Betätigung entsprechend der gewünschten Bewegungsrichtung erleichtert die Bedienung der Werkzeugmaschine sehr, hilft Fehler vermeiden und ist immer dann am Platze, wenn die Motoren mit Schützen geschaltet oder Spannvorrichtungen betätigt werden sollen. Besonders in Verbindung mit polumschaltbaren Motoren war sie häufig anzutreffen. — Vom Himmelwerk werden Ständer-Schleifmaschinen mit polumschaltbarem Motor und elektrisch geschweißtem Ganzstahlgehäuse gebaut (Abb. 2). Wenn sich die Schleifscheibe bis auf einen bestimmten Durchmesser abgenutzt hat, wird die Drehzahl des Motors zweckmäßig erhöht, um nicht mit unwirtschaftlich niedriger Geschwindigkeit zu schleifen. Das Einschalten auf höhere Drehzahl wird aber zwangsläufig durch Fühlstifte, welche die Lage der Schutzhaube abtasten, so lange verhindert, bis die Schleifscheibe entsprechend abgenutzt ist. Die zulässige Umfangsgeschwindigkeit kann also nicht überschritten werden.

Eine einfache Schaltung hat die F. Klöckner KG., Köln, für die Tischsteuerung von Schleifmaschinen (Umkehrmotor) durchgebildet. Der Tisch wird durch einen Drehschalter gesteuert: Bei Drehung nach links bewegt sich der Tisch nach links und bleibt in der Endlage stehen. Bei Drehung von „Aus" über „Links" und „Pendeln" nach „Rechts" macht der Tisch eine Linksbewegung, geht anschließend nach rechts und steht in der rechten Endlage still. In der Stellung „Pendeln" bewegt er sich zwischen den Endstellungen hin und her. Man kann also Anfahrrichtung und Endstellung vorwählen; durch Hinzunahme von Anstoßschaltern ist ein Schleifen mit verkürztem Pendelweg möglich.

Abb. 2. Schleifmaschine mit polumschaltbarem Motor; geschweißtes Ganzstahlgehäuse.

Einbau-Schalttafeln für Werkzeugmaschinen zeigte u. a. das Sachsenwerk. Sie sind so geformt, daß Späne und dergleichen sich nicht ablagern können. Die Schalter sind Paket- oder Walzenschalter.

Als Besonderheit sei abschließend noch eine photoelektrische Sicherheitseinrichtung der AEG an einer Kunstharzpresse (Gebrüder Götz, Lauter i. Sa.) hervorgehoben. Da die Geschwindigkeit des Stempels sehr gering ist, könnte es vorkommen, daß der Bedienungsmann vor dem Aufsetzen unter diesen Stempel greift und verletzt wird. Um dies zu verhindern, ist der Hubraum durch einen Lichtstrahl so abgeschirmt, daß beim Einführen der Hand ein Empfängerrelais anspricht und über eine Verstärkereinrichtung und ein Hilfsrelais den Motor abschaltet. Der Motor wird sehr schnell über eine durch einen Bremslüfter betätigte mechanische Bremse stillgesetzt.

Elektro-Handwerkzeuge.

Die Zahl der Elektrowerkzeuge wächst von Jahr zu Jahr. Diesmal konnte man besonders ein Bestreben nach möglichst schlanker, knapper Formgebung des ganzen Werkzeuges erkennen, das seine Verwendung an unzugänglichen Stellen möglich macht; zum Teil ist diese Entwicklung durch die Erfordernisse des Flugzeugbaues bedingt worden. Ein solches Gerät ist der neue Klein-Handbohrer von C. & E. Fein, Stuttgart, Bohrleistung bis 6 mm Dmr. in Stahl, Gewicht 1,5 kg (Abb. 3). — Für Bohrungen bis 4 mm ist ein neues, 1,3 kg schweres Werkzeug der Robert Bosch AG. bestimmt. Auch diese Maschine mit ihrer schlanken Form ist zum Eckenbohren geeignet. Die Drehzahl beträgt 3000 U/min, man kann daher besonders auch Bleche gut bohren. — Eine Winkelbohrmaschine mit unter

20° oder 90° geneigtem Bohrer zeigten die SSW. Die Maschine bohrt bis 4 mm und wiegt 2,1 kg; Vollastdrehzahl 2500 U/min, 70 W abgegebene Leistung.

Die Robert Bosch AG. hat besonders auch die Hochfrequenzwerkzeuge durchgebildet und konnte neben ihren Werkzeugen mit Universalmotor 57 verschiedene Hochfrequenzwerkzeuge vorführen, die mit 150 oder 200 Hz gespeist werden. Sie zeichnen sich entsprechend der höheren Frequenz durch geringe Gewichte und kleine Abmessungen aus; die Drehzahl fällt nur um höchstens 6 % ab, die Läufer der Motoren sind wicklungslos. Der schon im Vorjahr[1]) beschriebene Bosch-Hammer wird nun auch in einer kleineren Type hergestellt, die besonders für den Installateur paßt. Der neue Hammer wiegt 4,7 kg, nimmt 400 W auf, Schlagzahl 1500 bis 5000/min, Schalter am Handgriff.

Abb. 3. Klein-Handbohrer im Flugzeugbau.

Auch die Handwerkzeuge werden mit verschiedenen Drehzahlen hergestellt. Eine neue Zweigang-Handbohrmaschine der AEG mit Universalmotor (250 W Abgabe) bohrt bis 15 mm und kann mit 250 oder 500 U/min arbeiten (Zahnradgetriebe). Die Übersetzung läßt sich sogar im Lauf durch Druckknopf umstellen. Ein Gewindeschneider der SSW arbeitet mit beschleunigtem Rücklauf. Die Drehrichtung schaltet sich beim Zurückziehen der Maschine selbsttätig um.

Auch der kleinste Handwerksbetrieb kann sich den Kleinschleifer „Pipin" leisten, den Cordes & Sluiter, Hemelingen, herstellen. Die Maschine ist isolierstoffgekapselt und mit einer kleinen Schleifscheibe ausgerüstet. Natürlich kann man mit dem Werkzeug auch polieren und bohren (bis 3 mm); Leistungsabgabe etwa 30 W, Drehzahl rd. 10 000 U/min.

Zum Schleifen und Gravieren sah man Maschinen mit besonders hoher Drehzahl, z. B. eine Ausführung, die normal mit 5000 bis 9000 U/min arbeitet und durch Ansetzen eines besonderen kleinen Getriebes umschaltbar mit 20 000 oder 50 000 U/min läuft. — Für Reparaturwerkstätten, für das Heer usw. wird eine besonders vielseitige Werkzeugmaschine (mit Motor der Georgii Elektromotoren-Apparatebau AG., Stuttgart) von C. F. Scheer & Cie., Stuttgart, gebaut. Diese Universal-Werkzeugmaschine wird z. B. als Ständermaschine mit eingebautem Werkzeugkasten ausgeführt; Motorleistung 1 PS, Seidenband-Riemenantrieb. Man kann bis 10 mm bohren (mit Hochleistungsbohrer) und Schleifscheiben bis 150 mm Dmr., 30 breit, aufsetzen. 4 bis 8 verschiedene Drehzahlen bis höchstens 20 000 U/min sind wählbar. Die Werkzeuge werden z. T. mit biegsamer Welle angeschlossen.

Elektrowärmetechnik.

Obgleich die Grundformen der elektrischen Industrieöfen schon seit einer Reihe von Jahren feste Gestalt gewonnen haben, zeigt doch jede neue Messe wieder Fortschritte, sei es in der Konstruktion, sei es in der Anwendung auf neue Gebiete oder in der Anpassung an besondere Güter. Das erklärt sich, wenn man sich des starken Wachsens der Elektrowärmeverwendung an Hand einiger Zahlen erinnert: Der Anschlußwert an industriellen Elektroöfen in Deutschland betrug 1934 rd. 700 000 kW bei einem Jahresstromverbrauch von etwa 4 Mrd. kWh; Ende 1935 lauteten diese Zahlen schätzungsweise: 850 000 kW und 5 Mrd. kWh. Neben der Stahlbehandlung spielen die Elektroöfen für Schmelzen und Warmbehandlung der Nichteisenmetalle, insbesondere der Leichtmetalle, eine ständig wachsende Rolle, denn die Nichteisenmetalle sind einmal besonders empfindlich gegen die Aufnahme schädlicher Gase aus der Ofenatmosphäre, und weiter ist ihr Abbrand im elektrischen Ofen viel geringer.

Aluminium wird viel in Widerstandsöfen geschmolzen, wirtschaftlicher ist jedoch der Niederfrequenz-Induktionsofen. Der Stromverbrauch ist bei der Aluminiumschmelze im Induktionsofen um etwa 23 % geringer, die Abbrandverluste betragen nur 0,8 %. Von der „Industrie" Elektroofen G. m. b. H., Köln, wurde ein Aluminium-Induktionsofen nach Bauart Ruß in einer kleinen Type für 40 kg Al gezeigt. Der Anschlußwert beträgt 31 kVA, die Schmelzzeit je Charge rd. 90 min. Der Ofen ist mit Stufenschalter und hydraulischem Kippwerk ausgerüstet. Die Öfen werden mit Abstichleistungen bis 600 kg gebaut.

Für das Vergüten von Nieten und Kleinteilen aus Al-Legierungen hat Max Uhlendorff, Berlin, einen Nieten-Veredelungs-Automaten entwickelt. Die Nieten werden aus einem Fülltrichter durch ein Förderband in eine Glühtrommel gefördert und fallen aus dieser Trommel einzeln in das Härtebad, und zwar an der Stelle, wo das kalte Wasser zugeführt wird. Durch eine Fördertrommel werden die Nieten sodann in eine Trockentrommel gebracht, wo sie im Warmluftstrom getrocknet werden. — Ebenfalls für die Behandlung von Leichtmetall ist ein Salzbadofen von Otto Junker G. m. b. H., Lammersdorf (Aachen I Land), bestimmt. Der Ofen ist für Badtemperaturen von etwa 550° gebaut, Anschlußwert 22 kW. Die Wärme wird von einer frei im Bad hängenden Heizspirale unmittelbar auf das Salz übertragen. Schamotte ist vermieden. Der Heizkörper bietet keine Berührungsgefahr, da die Spannung nur 15 V beträgt (Sondertransformator).

Zur Stahlbehandlung bedient man sich in erster Linie der Widerstandsöfen, meist mit Chromnickel-Heizdrähten, mit Sonderlegierungen oder, für höchste Temperaturen bis 1350°, mit Siliziumkarbid. Aber auch Salzbadöfen sind bis etwa 1350° brauchbar und dienen z. B. zur Härtung von Schnellstählen, bei denen es auf genaue Einhaltung der Härtetemperatur ankommt. Einen derartigen Ofen zeigte u. a. auch Max Uhlendorff. — Zum Anlassen empfiehlt sich der Ofen mit künstlicher Luftumwälzung, der vor wenigen Jahren bekannt wurde. Dank der Umwälzung der heißen Luft wird nicht nur die Temperaturverteilung gleichmäßig, sondern der Vorgang wird auch sehr beschleunigt. Die G. Siebert G. m. b. H., Hanau a. M., führte derartige Öfen im Betrieb vor. Die Öfen werden für Temperaturen bis 700° geliefert und haben je nach Größe eine Temperaturgleichmäßigkeit von ± 2 bis 4°. Für die Mehrzahl aller Warmbehandlungen, wie Einsetzen, Härten, Glühen, Anwärmen, ist der elektrisch geheizte Kammerofen brauchbar. Oft muß das Wärmegut durch eine geeignete Schutzgasatmosphäre vor Verzunderung und Entkohlung geschützt werden. Abb. 4 zeigt einen Kammerofen der SSW mit 16 kW Anschlußwert bei selbsttätig regelbarer Ofentemperatur bis zu 1000°, bei dem ein kleiner Brenner (rechts neben der Ofentür) durch Verbrennung von Leuchtgas mit Luftunterschuß ständig für eine solche Ofenatmosphäre sorgt. Beim Öffnen der Ofentür wird gleichzeitig ein Gashahn betätigt (links), an den ein Flammenschleierrohr angeschlossen ist, das an der Ofentür eingebaut ist. Der sofort hochbrennende Flammenschleier erschwert während

[1]) Winkler, ETZ 56 (1935) S. 561.

der Beschickung den Eintritt von Sauerstoff in den Ofen. Eine Neuerung ist die schwenkbare Schaffplatte vor der Ofentür. Sie wird beim Beschicken mittels des rechts sichtbaren Hebels hochgeschwenkt, so daß das Wärmegut leicht in die Muffel geschoben werden kann. Das Herabschwenken der Schaffplatte während des Glühens hat den Zweck, genügend Raum für eine allseitig übergreifende, gut isolierende Ofentür freizugeben. — Auf dem Siemens-Stand interessierte noch ein Drehherdofen, in dem Schmiedestücke fortlaufend angewärmt werden können. Die Teile, etwa 35 kg in der Stunde, wandern auf dem Drehtisch durch den Ofen und werden schmiedefertig auf 1100 ° angewärmt entnommen. Heizung: Silitstäbe in drei Heizgruppen, 25 kW Anschlußwert.

Abb. 4. Kammerofen 16 kW, 1000°, mit Schutzgasatmosphäre.

Dank seiner guten Regelbarkeit und Temperaturkonstanz beherrscht der Elektroofen seit langem auch das Gebiet der niedrigeren Temperaturen, wie sie für Trockenanlagen, Brutschränke und schließlich im Haushalt gebraucht werden. Unter den Haushaltgeräten sei lediglich auf einen neuen Bratofen von Ehrich & Graetz AG., Berlin, hingewiesen: Leistungsaufnahme 1200 W, Ober- und Unterhitze getrennt durch je einen Schalter in Stufen 600/300/150 W regelbar. Die Temperaturverteilung ist praktisch gleichmäßig. Als Wärmeisolation dient Aluminium-Knitterfolie.

Abb. 5. Einwellen-Schweißumformer.

Das Gebiet des Elektroschweißens war auch außerhalb des HdE durch eine Reihe bewährter Ausführungen gut vertreten. Ein neuer Schweißumformer (Abb. 5) der Firma Glaser, v. Praun, Osthofen/Rheinhessen, ist für fast alle Zwecke brauchbar (Elektroden 1 bis 10 mm) und zeichnet sich durch gute Stabilität des Lichtbogens auch beim Schweißen mit blanken Elektroden aus. Die Maschine kann durch Handrad stufenlos von 20 bis 350 A geregelt werden. Die selbsterregte, umpolsichere Gleichstromdynamo wird von einem 11 kW-Drehstrommotor angetrieben. Polaritätswechsel ist durch einfaches Umlegen eines Hebels möglich. — Die Agil-Schweißverfahren G. m. b. H., Berlin, hat eine ummantelte Einheitselektrode (Blau-Weiß Type RWC) neu entwickelt. Der Werkstoff liefert eine zähe und feste Schweißnaht an den verschiedenen gebräuchlichen Stählen, mit Gleich- oder mit Wechselstrom. — In der Zahntechnik, in Rundfunkfabriken u. dgl. benötigt man kleine Punktschweißmaschinen. Sie werden z. B. von der Maschinenfabrik Karl Rudolph, Berlin, mit Präzisions-Kurzzeitschalter ausgeführt, der (durch Fallgewicht) die Schweißzeiten einstellbar bemißt.

Elektrokühlung.

In höherem Maße als in früheren Jahren waren diesmal die Kühlanlagen bauenden Firmen in Halle 7 vereinigt. Nebeneinander fand man Kühlschränke nach dem Kompressions- und dem Absorptionsverfahren; das erstere überwiegt. Die für den Haushalt bestimmten Schränke von 60 l Inhalt an haben schon eine gewisse Standardform erreicht. Der Maschinensatz der Kompressorschränke ist für sich gekapselt und gut abgefedert, um geräuscharmen Betrieb zu erzielen. Die Firmen bemühen sich, die Benutzung — z. B. das Öffnen — in jeder Weise zu erleichtern. So öffnet sich der Kompressor-Kühlschrank der Lumophonwerke, Nürnberg, auf leichten Druck mit dem Knie gegen das Schloß, gleichzeitig schaltet sich die Innenbeleuchtung ein. Der Schrank läßt sich auf zehn Temperaturstufen einstellen. DKW, Scharfenstein (Erzgeb.) zeigte u. a. einen neuen 130 l-Haushaltschrank mit Rotationskompressor, dessen Tür durch einen Fußhebel geöffnet wird.

Schon im Vorjahr wurde kurz auf einen Kompressions-Kühlschrank der Firma Alfred Teves, Frkft./M., hingewiesen, der einen unmittelbar elektromagnetisch betriebenen Kompressor besitzt. Aus der wechselstromdurchflossenen Spule *S* (Abb. 6), dem Anker *A*

A Anker *B* Schubstange *D* Gehäusedeckel
G Gehäuse *K* Kolben *S* Spule *V* Ventil

Abb. 6. Elektromagnetischer Kompressor.

und den Federn *F* ist ein abgestimmtes Schwingungssystem gebildet, das mit der Frequenz des Wechselstromes schwingt. Mit *A* ist über die Schubstange *B* der Kompressorkolben *K* verbunden, der aus dem Inneren des Gehäuses *G* die Kältemitteldämpfe ansaugt, verdichtet und durch das Ventil *V* nach dem Kondensator hin ausschiebt. In der Verdichterleistung je Watt ist der Magnet-Kompressor einem motorgetriebenen Kolbenkompressor gleich.

Der Santo-Junior-Kühlschrank der AEG (Kompressor) mit praktischem Druckknopfschloß wurde in der bewährten Ausführung für 130 und 205 l ungeändert ausgestellt. — Die SSW zeigten ihre Kühlschränke nach dem

Absorptionsverfahren von 60 l Inhalt an. Die Schränke werden jetzt etwas niedriger gebaut, die Schaltuhr, bisher außen, ist eingebaut. Für besonders heiße Tage ist eine Reservestufe vorgesehen.

Neben den Haushalt-Kühlschränken fanden sich zahlreiche Kühlanlagen für gewerbliche Betriebe. Einige Neuausführungen seien hier erwähnt. Die Frigidaire G. m. b. H., Berlin, zeigte offene Kühlvitrinen für Ladentische von Fleischereien, Fischhandlungen u. dgl., aus denen die ausgestellten Waren also ohne weiteres entnommen werden können. Die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG., Sürth b. Köln, hatte für das Konditorgewerbe eine Gefrieranlage mit unmittelbarer Verdampfung ausgestellt, die also auf Sole als Kälteübertragungsmittel verzichtet. Die Anlage ist damit korrosionsfest geworden, der Platzbedarf geringer. Für kleinere Gastwirtschaften baut DKW, Scharfenstein, eine gekühlte Bierschanksäule mit eigener Maschine ($^1/_6$ PS) und selbsttätiger Schaltung. Die Rohrleitungen bestehen aus einem Sonderglas. Der Kompressorsatz kann in einem Fach der Theke oder in einem Nebenraum untergebracht werden.

Rundfunk, Schallaufzeichnung.

Der Kofferempfänger, bislang in Deutschland nur wenig vertreten, trat diesmal in Leipzig in den Vordergrund. Die Owin-Radio-Ges. m. b. H., Hannover, war mit einem Fünfröhren-Dreikreisempfänger vertreten, der auch aus dem Koffer herausgenommen und als Heimempfänger benutzt werden kann. In den Koffer ist eine Rahmenantenne eingebaut. Der Fünfröhren-Fünfkreis-Super der Braun Radio G. m. b. H., Frankfurt a. M., gestattet mit Behelfsantenne auch Kurzwellenempfang; sonst benutzt man die ebenfalls in den Koffer gebaute Rahmenantenne. Einen Dreiröhren-Einkreisempfänger im Koffer (Behelfsantenne) baut die Kupfer-Asbest-Co., Heilbronn; das Gerät kann auch mit einem Plattenspieler zusammengebaut geliefert werden.

Aus den Hunderten von ausgestellten Einzelteilen sei ein neuer Kleinkondensator von Bosch herausgegriffen, der mit Metallpapier gewickelt ist, d. h., Metallschicht und Papier sind fest miteinander verbunden. Man spart damit an Gewicht und Raum. — Für Schallaufzeichnung und -wiedergabe ist das „Filmophon" gedacht, bei dem der Ton auf ein endloses Filmband geschnitten wird (TEFI-Apparatebau, Köln). Die Carl Lindstroem AG., Berlin, war mit dem Parlograph, einer schon bewährten Wachswalzen-Diktiermaschine, vertreten.

Meß- und Regeltechnik, Relais.

In Halle 21 fanden sich wie in allen Jahren Meßgeräte vornehmlich für die Wärmetechnik in erprobten Ausführungen zahlreicher Firmen. W. H. Joens & Co., Düsseldorf, haben ihre Instrumente mit neuartigen Skalen ausgestattet, die auf große Entfernung gut ablesbar sind. Die „Fernblick-Skala" besitzt unter der Teilung einen breiten schwarzen Streifen, von dem sich eine weiße Raute (Rhombus) am Zeigerende deutlich abhebt. Zum genauen Ablesen aus der Nähe benutzt man die feine Zeigerschneide. Für die Fernübertragung von Meßwerten hat die Firma das „Joedimo"-System entwickelt. In Abb. 7 ist *1* die Achse des Gerätes, dessen Zeigerstellung zu übertragen ist. Von dieser Achse wird die Bürste *2* auf dem Fernsenderwiderstand *3* verschoben, der über die Fernleitungen *4*, *5* und *6* mit dem Ferraris-Differentialmotor *7* verbunden ist. Die Scheibe dieses Motors treibt über die Schnecke *8* ihrerseits eine Bürste *9* an, die auf dem Widerstand *10* schleift. Die gesamte Einrichtung liegt über den Hilfstransformator *11* an einer Wechselstromquelle *12*, von deren Spannung und Frequenz die Anzeige des Systems völlig unabhängig ist. Solange die beiden Bürsten *2* und *9* symmetrische Stellungen in der Differentialbrücke einnehmen, bleibt die Scheibe *13* in Ruhe. Wird beispielsweise die Bürste *2* nach rechts verschoben, so überwiegt der Strom in der Fernleitung *6* und in der Spule S_2 gegenüber dem Strom in *4* und S_1. Im Stromeisen des Differentialmotors *7*, in welchem sich bis dahin die beiden entgegengesetzt gerichteten Flüsse aufgehoben haben, bildet sich dadurch ein resultierender Restfluß aus, der mit dem Spannungsfluß in der Scheibe *13* ein Drehmoment erzeugt und die gestörte Abgleichung der Brücke wiederherstellt.

Eine vollständige Kesselregelanlage wurde von Siemens & Halske im Modell vorgeführt. Die ganze Regelung geht letzten Endes vom Dampfdruck aus und besitzt als wesentlichste Teile zwei Brückenregler. Der Brückenregler enthält ein ausschlagabhängiges Steuerrelais mit Drehspulmeßwerk, das im Diagonalzweig einer Brücke liegt. Die sich mit den zu regelnden Vorgängen ändernden Widerstände liegen als Widerstandsthermometer oder Ringrohrferngeber in den Brückenzweigen. Sobald ein Widerstandswert sich ändert, spricht das Steuerrelais an und regelt den abhängigen Wert so, daß die Brücke in die neue Gleichgewichtslage kommt.

1 Geberinstrument
2, 3 Fernsenderwiderstand
4 ··· 6 Fernleitungen
7, 13 Ferrarismotor
8 Schnecke
9, 10 Empfängerwiderstand
11, 12 Transformator und Netz
13 Al-Scheibe

Abb. 7. Schaltung zur Fernübertragung von Meßwerten mit Differentialmotor.

Akustische Meßgeräte stellte die H. Maihak AG., Hamburg, aus. Der akustische Dehnungsmesser benutzt eine Meßsaite, welche die Dehnung des untersuchten Teiles (Brücke, Luftschiff, Werkzeugmaschine) mitmacht. Damit ändert sich ihre Tonhöhe und diese Änderung wird mit Hilfe einer verstimmbaren Vergleichssaite gemessen. Die Saiten werden elektrisch in Schwingungen versetzt und ihre Töne im Telephon abgehört. Die Meßzeit beträgt nur einige Sekunden.

Einen Wellenmesser für 4,5 bis 315 m Wellenlänge mit 0,1 % Genauigkeit baut Dr. phil. Max Ulrich G. m. b. H., Leipzig. Die auswechselbaren Spulen sind metallisch abgeschirmt, und zwar so, daß Wirbelströme nicht entstehen können. Der Präzisions-Drehkondensator hat Feineinstellung. Die Firma zeigte weiter eine technische Kapazitätsmeßbrücke mit fünf Meßbereichen und einer Genauigkeit von ± 0,75 %. Um ein absolutes Tonminimum zu erreichen, ist die Brücke mit einem Phasenausgleich versehen, außerdem ist ein Summer mit Batterie eingebaut.

Noch ein Längenmeßgerät sei erwähnt, die Foliendicken-Meßmaschine der Firma Zeiss, Jena, die besonders im Kondensatorenbau zum Messen der Papier- und Foliendicken wertvoll ist. Auf die Folie wird ein Fühlhebel aufgesetzt, der auf einen auf drei Kugelpunkten gelagerten Kippspiegel zurückwirkt und optisch die Dicke der Folie auf einer Mattglasskala anzeigt. — Ein Thermoelement, das von der Temperatur der kalten Enden unabhängig ohne Kompensations-Leitung arbeitet, ist das OKL-Thermoelement von S & H. Die Werkstoffe

für die Drähte des Elementes sind so ausgewählt, daß bei Temperaturen unter 150 ° keine Thermospannung entsteht, also Änderungen innerhalb dieses Bereiches die Anzeige praktisch nicht beeinflussen. Das neue Thermoelement eignet sich für Temperaturen bis etwa 1250 °.

W. H. Joens & Co. lösen die Frage der Temperaturkonstanthaltung mit Hilfe des Drufa-Reglers, eines Druck- und Fallbügelreglers mit gleichzeitiger Temperaturanzeige. Je nach Stellung des Zeigers, der von einer an das Thermoelement angeschlossenen Drehspule bewegt wird, können sich die periodisch gegeneinander bewegten Fall- und Druckbügel mehr oder weniger weit zangenartig schließen. Entsprechend wird ein Quecksilberschaltrohr betätigt. — Die Versuchsanstalt Dr. Bräuer, Berlin, zeigte ein höchst empfindliches Spulenrelais (Abb. 8), das bei hoher

1 Stahlmagnet 2 Tauchspule 3 Ankerblech (Alumin.) 4 Spannfeder 5 Tragfeder des Ankers 6 Kontakt 7 Tariergewicht 8 Anschlüsse

Abb. 8. Hochempfindliches Relais mit Tauchspule.

mechanischer Festigkeit bis zu 10^{-7} W Gleichstrom-Ansprechleistung betriebssicher arbeitet. Dieses Relais kann also ohne Verstärker unmittelbar durch eine Photozelle oder ein Thermoelement gesteuert werden. Wechselströmen bis über 1000 Hz folgt das Relais völlig gleichmäßig; es sind Schaltzeiten bei Wechselstrom von unter $^1/_{5000}$ s nachgewiesen. Die Schaltleistung beträgt auch bei schleichender Einschaltung bis zu mehreren hundert Watt. Das Relais arbeitet mit einem auf Blattfedern gelagerten, völlig ausgewuchteten Anker mit Tauchspule. Gewöhnlich sind 4 elektrisch unabhängige Kontakte vorhanden.

Lichttechnik.

Aus dem Tonfilmgebiet verdient der Schmaltonfilm Beachtung. Elektrisch weist er keine Besonderheiten auf, er ermöglicht es jedoch den Elektrizitätswerken und Fabriken, bei Vorträgen mit geringen Kosten und in jedem Saal auch Tonfilme vorzuführen. Handliche Geräte hierfür zeigte z. B. Siemens & Halske. Der Verstärker hat neuerdings die 4fache Ausgangsleistung erhalten, so daß der Ton nun wie das Bild auch für große Säle ausreicht. — Die Zeiss-Ikon AG., Dresden, war ebenfalls mit Schmaltonfilmgeräten vertreten und zeigte weiter u. a. eine Theater-Bildtonmaschine „Ernemann VII“ mit eingebauter Überblendungseinrichtung.

Eine leichte Analysenlampe sah man bei der Sendlinger Optische Glaswerke G. m. b. H., Berlin. Als Lichtquelle dient eine Hochdruck-Quecksilber-Glimmentladung in einer uv.-durchlässigen Schwarzglashülle. Die Firma zeigte außerdem Signallampen, z. B. ein Warnsignal für Eisenbahnübergänge; durch eine Streuscheibe mit Stufenlinse wird ein besonders auffälliges Signalbild erzielt, das auch von der Seite und nahe unter dem Signal gut erkennbar ist.

Noch ein interessantes Gerät von Zeiss-Ikon ist zu erwähnen: der Belichtungs- und Entfernungsmesser „Helicon“. In dem kleinen Gerät sind ein photoelektrischer Belichtungsmesser und ein Drehkeil-Entfernungsmesser vereinigt. Damit man die Belichtungszeit für alle Blenden unmittelbar ablesen kann, wird der in der Durchblicköffnung sichtbare Zeiger des Präzisionsstrommessers durch Drehen eines Rädchens, das einen Widerstand verändert, jeweils auf dieselbe Marke eingestellt; die verschiedene Helligkeit der Aufnahmegegenstände wird also durch den Widerstand kompensiert.

Werkstoffe und Maschinenbau.

Bei den Dauermagnetstählen ist es möglich geworden, mit Hilfe des Nickel-Aluminium-Stahles Koerzit 500 der Fried. Krupp AG. die Maße der Magnete wesentlich zu verkleinern. Das Hauptanwendungsgebiet ist z. Z. noch der Lautsprechermagnet. Er wird mit Koerzit 500 zwar teurer als ein Elektromagnet gleicher Leistung; das wird aber aufgehoben durch den reineren Klang, Einsparungen beim Bau und die hohe magnetische Stabilität (unempfindlich gegen Fremdfelder und Temperaturen bis 600 °). Ein magnetisch weicher Stoff ist das Kruppsche Hyperm 4, das insbesondere für aus Band gewickelte Meßwandlerringe und hochwertige Relais verwendet wird. Die Legierung ist nickelfrei und deshalb gerade heute für Deutschland wichtig.

Eine Röntgen-Kraftwagenstation für Werkstoffprüfung zeigte die Studiengesellschaft für Werkstoffentwicklung, Leipzig. Der mit Geräten verschiedener Firmen ausgestattete Wagen enthält Grobstruktur-Prüfraum, Feinstruktur-Laboratorium und Dunkelkammer. Mit Röhren für Spannungen bis 250 kV kann Stahl bis 110 mm Dicke und Leichtmetall bis 250 mm durchstrahlt werden. — Die Ferroskop und Ferrofluxgeräte von Bruno Suschyzki, Berlin, ermöglichen die Prüfung magnetisierbarer Werkstoffe auf Fehlstellen und feinste Risse in oder nahe der Oberfläche. Das Verfahren beruht darauf, daß die Kraftlinien an solchen Stellen ihre Richtung ändern und daß dies durch Eisenfeilspäne sichtbar gemacht werden kann. Das Werkstück wird auf die Polschuhe eines kräftigen Elektromagneten aufgelegt und durch einen Metallschlauch mit in Öl aufgeschwemmten Feilspänen bespült.

Es sei noch kurz der in Halle 21 ausgestellten Verbrennungsmotoren gedacht, die diesmal besonders auf die Verwendung einheimischer Brennstoffe abgestellt waren. Dabei wurde von den Firmen auch auf die Umstellung vorhandener Maschinen auf diese Brennstoffe Rücksicht genommen. Auch Notstromsätze (Luftschutz!) waren wieder ausgestellt, u. a. zeigte Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld, eine vollselbsttätige Steuerung für Diesel-Notstromanlagen. In wenigen Sekunden wird die Stromlieferung selbsttätig auf den Notsatz übernommen und dann ebenso selbsttätig der Diesel stillgesetzt und die angeschlossene Anlage auf das Hauptnetz zurückgeschaltet. Beim stoßweisen Einschalten größerer Stromverbraucher regelt die „Fanal“-Steuerung auch die Spannung selbsttätig. Da auch Zufluß und Temperatur des Kühlwassers überwacht werden, kann diese Notstromanlage tatsächlich auf Bedienung verzichten. —

Mit Rücksicht auf den verfügbaren Raum mußte manche wesentliche Einzelheit aus der Fülle des in diesem Jahre auf der Messe Gebotenen übergangen werden. Das eine und andere soll jedoch später noch in Einzelberichten nachgeholt werden.

Die Herstellung des Elektroporzellans.

Von Prof. Dr. R. Rieke, Berlin.

621. 315. 612

Übersicht. Der Fertigungsgang des Elektroporzellans wird kurz besprochen[1]): die Aufbereitung der Rohstoffe (Kaolin, Quarz und Feldspat), die Herstellung der Porzellanmasse, die verschiedenen Arten der Formgebung (Drehen, Gießen, Pressen, Freidrehen), das Trocknen und Brennen.

Zur Herstellung des Elektroporzellans, aus dem die meisten keramischen Isolatoren bestehen, werden ausschließlich natürlich vorkommende Rohstoffe verwendet. Es sind dies: K a o l i n , Q u a r z und F e l d s p a t , wobei etwa 50 % Kaolin auf je 25 % Quarz und Feldspat kommen. Der Kaolin, der in feinst geschlämmtem Zustande der Masse zugesetzt wird, verleiht ihr die zur Verarbeitung erforderliche Bildsamkeit; Quarz und Feldspat haben andere Aufgaben zu erfüllen und üben ihre typische Wirkung erst während des Brennvorganges aus.

Einen Überblick über den anschließend beschriebenen Fertigungsgang bietet die Abb. 1.

Während der geschlämmte Kaolin sich in Wasser ohne weiteres fein zerteilen läßt und daher keiner besonderen Zerkleinerung bedarf, müssen Quarz und Feldspat als harte Gesteine vor dem Zusatz zur Porzellanmasse erst zu feinem Mehl vermahlen werden. Dies geschieht nach einer Vorzerkleinerung der großen Stücke in einem S t e i n b r e c h e r und weiterer Zerkleinerung auf K o l l e r g ä n g e n durch Mahlen in T r o m m e l m ü h l e n, in denen die körnige Masse durch zahlreiche runde Flintsteine zu einem fast unfühlbaren Pulver vermahlen wird.

Abb. 1.

Die fein gemahlenen „Magerungsmittel" werden dann mit dem in Wasser aufgeschlämmten Kaolin in R ü h r w e r k e n sorgfältig vermischt, und die so erhaltene dünnflüssige Masse wird zuerst über Elektromagnete geleitet, um von den Zerkleinerungsvorrichtungen herrührende Eisenteilchen zu entfernen, und dann in F i l t e r p r e s s e n gepumpt, durch die der größte Teil des Wassers abgepreßt wird, so daß eine formbare und knetbare Masse mit etwa 20 bis 30 % Wassergehalt gewonnen wird.

Die V e r a r b e i t u n g dieser Masse zu Gegenständen der gewünschten Form und Größe kann nun in verschiedener Weise erfolgen, und zwar durch D r e h e n , G i e ß e n oder P r e s s e n.

Die zum D r e h e n bestimmte Masse wird nach dem Verlassen der Filterpresse meist noch einige Zeit gelagert, wodurch ihre Bildsamkeit noch zunimmt, und dann auf Knetmaschinen, den sog. M a s s e s c h l a g m a s c h i n e n , gründlich durchgeknetet, um sie zu homogenisieren und von Luftblasen möglichst zu befreien. Auf der D r e h s c h e i b e wird sie dann unter Zuhilfenahme von G i p s f o r m e n und S c h a b l o n e n verarbeitet, wobei die äußere Gestaltung durch die Wandung der Gipsform, die innere durch die Schablone erfolgt. Die poröse Gipsform entzieht der feuchten Masse eine gewisse Menge Wasser, wodurch der Gegenstand eine geringe T r o c k e n s c h w i n d u n g erfährt und aus der Form entfernt werden kann. Größere Isolatoren werden oft aus mehreren Teilen angefertigt, die vor dem vollkommenen Trocknen mit flüssiger Porzellanmasse zusammengesetzt, „garniert" werden.

Das G i e ß e n geschieht ebenfalls unter Verwendung von Gipsformen, doch wird die Masse hierbei nicht in die Form eingedreht, sondern als dünnflüssige Suspension eingegossen. Damit die Masse bei möglichst geringem Wassergehalt doch die notwendige Dünnflüssigkeit besitzt, werden ihr ganz geringe Mengen sog. „V e r f l ü s s i g u n g s m i t t e l", wie z. B. Soda oder Wasserglas, zugesetzt. Nachdem sich an der porösen Formwandung durch das Aufsaugen von Wasser eine genügend dicke Schicht der Masse angesetzt hat, wird die überschüssige Masse

[1]) Auszug aus einem am 4. 3. 1936 auf der Leipziger Messe gehaltenen Vortrag.

ausgegossen und der Gegenstand nach dem Eintritt der Trockenschwindung aus der Form genommen. Auf diese Weise werden meist nur Hohlkörper hergestellt, während größere massive Stücke vorwiegend durch Drehen erzeugt werden.

Soll die Masse zur Formgebung durch Pressen benutzt werden, so bedarf sie einer etwas andern Aufbereitung: die von der Filterpresse kommenden Massekuchen werden getrocknet, zerkleinert und mit einer geringen Menge Öl und Wasser vermengt. Diese nur schwach angefeuchtete Masse wird nun in Stahlmatrizen gepreßt, die oft recht verwickelt gebaut sein müssen. Jeder Preßling muß nach dem Verlassen der Presse noch sauber verputzt werden, wodurch die sorgfältige Behandlung jedes einzelnen Stückes gewährleistet wird. Bei größeren Auflagen werden auch selbsttätige Pressen angewandt, bei denen jedoch auch jedes einzelne Stück nachträglich verputzt wird.

Die meisten Niederspannungs-Isolierteile werden durch Pressen hergestellt, und zwar sowohl die aus dem üblichen Hartporzellan bestehenden als auch die aus den verschiedensten Sondermassen hergestellten, bei denen auch reine Trockenpressung angewandt wird, bei der das Massepulver überhaupt nicht angefeuchtet, sondern eine abgemessene Menge desselben in die Stahlmatrize eingefüllt und unter hohem Druck gepreßt wird. Diese Art der Pressung ist z. B. bei den sog. Steatiterzeugnissen üblich, in denen im Gegensatz zum eigentlichen Porzellan der natürlich vorkommende Speckstein oder Steatit, der ein wasserhaltiges Magnesiumsilikat darstellt, einen Hauptbestandteil der Masse bildet. Werden besonders hohe Ansprüche an genaue Einhaltung bestimmter Abmessungen gestellt, so werden die Stücke nach dem Brande noch geschliffen, wobei jede gewünschte Genauigkeit — allerdings unter Erhöhung der Herstellungskosten — erzielt werden kann. Bei der Wichtigkeit der Maßhaltigkeit für die Technik hat man Toleranztabellen aufgestellt; im allgemeinen gilt für die üblichen Maßabweichungen das vom VDE herausgegebene Normenblatt DIN VDE 680, das zwischen Grob-, Mittel- und Feintoleranzen unterscheidet.

Neben den erwähnten drei Hauptverfahren der Formgebung kommen für bestimmte Erzeugnisse noch zwei weitere in Betracht, nämlich das Freidrehen und das Pressen mittels Strangpresse. Beim Freidrehen, das z. B. bei Durchführungen bis zu gewissen Größen üblich ist, wird der roh vorgeformte Körper in lederhartem, d. h. schwach angetrocknetem Zustande, auf einer Drehbank abgedreht, eine Tätigkeit, zu der viel Übung und Geschicklichkeit gehört. Das Pressen mit der Strangpresse findet vor allem bei Rohren Anwendung, die durch ein entsprechend gestaltetes Mundstück ausgepreßt und in der gewünschten Länge abgeschnitten werden.

Alle Isolierteile, mögen sie nun nach dem einen oder andern Verfahren hergestellt sein, erhalten ihre wertvollen physikalischen Eigenschaften, wie Undurchlässigkeit für Flüssigkeiten und Gase, mechanische Festigkeit, elektrische Isolierfähigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit, erst durch den Brennprozeß. Bevor sie diesem unterworfen werden, müssen sie erst sorgfältig getrocknet werden, wobei besonders auf eine gleichmäßige Trocknung zu achten ist, da bei ungleichmäßiger Trocknung auch die Trockenschwindung nicht gleichmäßig vor sich geht, wodurch Verziehungen und Risse auftreten können.

Die Ware wird entweder einmal oder zweimal gebrannt, und zwar das erstemal nur „verglüht", d. h. auf etwa 900 bis 950 °C erhitzt. Bei dieser Temperatur bleibt die Masse noch porös und erhält auch noch keine hohe Festigkeit; sie läßt sich aber im verglühten Zustande gut glasieren, indem sie in eine wäßrige Suspension der feingemahlenen Glasurbestandteile getaucht wird, wobei der poröse Scherben Wasser ansaugt und die darin suspendierten Teilchen sich in dünner Schicht auf dem Scherben ablagern. Nach dem Trocknen der so glasierten Stücke werden diese in einem zweiten Brande, dem sog. Gut-, Glatt- oder Garbrande, fertig gebrannt, und zwar bei einer Temperatur von etwa 1400 °C, wobei der Scherben die bereits erwähnten Eigenschaften erhält und die Glasur zu einem glänzenden, glasigen Überzuge schmilzt. Unglasierte Stücke werden meist nur dem Glattbrande ausgesetzt. Häufig werden auch die rohen, unverglühten Gegenstände glasiert und dann nur einmal gebrannt, was naturgemäß ihre Herstellung gegenüber dem zweimaligen Brennen vereinfacht und verbilligt. Zum Brennen dienen entweder periodische Rundöfen oder kontinuierlich arbeitende Tunnelöfen.

Bei den erstgenannten werden die Waren unter Verwendung feuerfester Schamottekapseln unter größtmöglicher Raumausnutzung in den Brennraum des Ofens eingebaut, und der Ofen wird nach Beendigung des Brandes und nach dem Erkalten wieder geöffnet und entleert. Im Gegensatz zu diesem periodischen Ofenbetrieb steht der Brand im Tunnelofen, der eine wesentlich bessere Wärmeausnutzung gewährleistet. Bei den Tunnelöfen, die eine Länge von 80 m und mehr besitzen, wird nur der mittlere Teil des Ofenkanals durch Gasfeuerung auf der Glattbrandtemperatur gehalten, während die auf entsprechend konstruierten Wagen in Schamottekapseln eingebauten Waren den Ofen langsam durchlaufen, um dann am andern Ende des Ofens abgekühlt wieder ausgefahren zu werden.

Jeder Brand erfordert eine sorgfältige Kontrolle der Temperatur, der Schnelligkeit des Temperaturanstiegs, des Ofenzuges und der Zusammensetzung der Brenngase, die in den einzelnen Perioden des Brandes verschieden sein muß, wozu alle hierfür üblichen Meßvorrichtungen, wie elektrische und optische Pyrometer, Segerkegel zur Bestimmung der Endtemperatur, Zugmesser usw., Verwendung finden.

Von großer Bedeutung ist die Brennschwindung, d. h. die im Brande eintretende Verringerung der Größe, die bei gedrehten und gegossenen Porzellangegenständen etwa 15 bis 20 %, bei gepreßten etwa 8 bis 10 % linear beträgt. Auf die für jede Masse genau festgestellte Schwindung muß bei der Anfertigung der Gipsformen und der Stahlmatrizen entsprechend Rücksicht genommen werden.

Nach Beendigung des Brandes werden die Stücke sortiert und, wenn erforderlich, nachgeschliffen und dann, soweit es sich um Hochspannungsisolatoren handelt, den vorgeschriebenen elektrischen und Festigkeitsprüfungen unterworfen.

Zusammenfassung.

Elektroporzellan wird aus Kaolin, Quarz und Feldspat hergestellt. Der Kaolin wird geschlämmt, Quarz und Feldspat werden zerkleinert und dann sehr fein gemahlen. Nach Mischung dieser drei in Wasser suspendierten Bestandteile wird die erhaltene Masse in Filterpressen entwässert, gelagert und durch Knetmaschinen homogenisiert. Die Formgebung erfolgt durch Drehen auf der Drehscheibe, Freidrehen, Gießen oder Pressen. Die geformten Isolatoren werden getrocknet, glasiert und bei etwa 1400 °C in periodischen Rundöfen oder kontinuierlichen Tunnelöfen unter genauer Überwachung gebrannt. Die fertigen Isolatoren werden sortiert und, wenn nötig, abgeschliffen, montiert und den vorgeschriebenen mechanischen und elektrischen Prüfungen unterworfen.

Die Verwendung von Porzellan und anderen keramischen Isolierstoffen in der Elektrotechnik.

Von Prof. Dr. W. Steger, Berlin.

621. 315. 612

Übersicht. Die anschließenden Ausführungen[1]) sollen das Wichtigste über die Verwendung von Porzellan und anderen keramischen Isolierstoffen in der Elektrotechnik dartun.

Einleitung.

Da für die Auswahl eines Werkstoffes für einen bestimmten Industriezweig seine Eigenschaften maßgebend sind, sollen diese zunächst hier behandelt werden, soweit sie für die Elektrotechnik von Wichtigkeit sind. Man teilt die keramischen Isolierstoffe für die Elektrotechnik nach ihrer Zusammensetzung und ihren technisch wichtigen Eigenschaften in fünf Gruppen ein.

Zur ersten Gruppe gehört das Porzellan, das der älteste keramische Isolierstoff für elektrische Zwecke ist. Werner v. Siemens hat Porzellan zum ersten Male im Jahre 1848 für Telegraphenisolatoren benutzt. Das Wort Porzellan ist ein Sammelbegriff, es gibt verschiedene Arten von Porzellan, Hart-, Weich-, Knochen- und Frittenporzellan; das Porzellan für die Elektrotechnik ist Hartporzellan. Während jede der folgenden Gruppen sich durch eine Sondereigenschaft oder mehrere davon auszeichnet, besitzt das Elektroporzellan ausgeglichene mittlere Eigenschaften. Für Hartporzellan ist der Feldspatgehalt neben Tonsubstanz und Quarz als wesentlichen Bestandteilen kennzeichnend.

1 Rohspeckstein, 15···23 Rohspecksteinbearbeitung durch Schneiden, 2···6 keramische Masse aus Speckstein (1, 2) Feldspat (3, 4) und Ton (5, 6), 8···9 Herstellung eines Zündkerzensteins durch Abdrehen der getrockneten Masse, 10···14 Herstellung von Isolierteilen durch Pressen.

Abb. 1. Keramische Erzeugnisse aus Speckstein.

Die Isolierstoffe der Gruppe 2 enthalten als Hauptbestandteil Speckstein oder Talk, natürliche wasserhaltige Magnesiumsilikate. In dieser Gruppe unterscheidet man

- normale Steatite mit guten mechanischen Eigenschaften und großer Maßhaltigkeit und
- Sondermassen, bei denen zu den beiden Eigenschaften der normalen Steatite noch ein geringer dielektrischer Verlustfaktor hinzukommt.

Die Massen der Gruppe 3 bestehen im wesentlichen aus Rutil, einem natürlichen Titanmineral. Durch diesen Titangehalt erhalten die Massen eine große Dielektrizitätskonstante; die Massen werden deshalb für den Bau von Kondensatoren, insbesonders für Hochfrequenz, benutzt.

Abb. 2. Verschiedene Formen von größeren Isolationspreßteilen.

In der Gruppe 4 finden wir Massen, die aus Mischungen von Speckstein oder Talk mit Kaolin oder Ton bestehen. Bei diesen Massen treten als besondere Eigenschaften eine kleine Wärmeausdehnung und eine große Temperaturwechselbeständigkeit in den Vordergrund. Sie eignen sich deshalb für den Lichtbogen- und Funkenschutz.

Die Gruppe 5 ist eine Sammelgruppe für poröse Massen, die neben Kaolin oder Ton verschiedene Zusatzstoffe, wie Korund, Siliziumkarbid oder Schamotte, enthalten. Wegen ihrer Temperaturwechselbeständigkeit dienen sie bevorzugt zum Aufbau von Elektrowärmegeräten.

Eigenschaften der keramischen Isolierstoffe.

Gegenüber allen anderen Isolierstoffen, die in der Elektrotechnik Verwendung finden, zeichnen sich die keramischen Isolierstoffe durch eine lange Reihe von Eigenschaften[2]) aus, die durch die Auswahl der Rohstoffe, die Möglichkeiten der Formgebung und ganz besonders durch den meist hohen keramischen Brand bedingt sind. Es muß an dieser Stelle ganz besonders betont werden, daß erst die Umwandlungen in den keramischen Massen beim Brennen jene Eigenschaften erzeugen, die auf anderem Wege mit anderen Stoffen nicht erzielt werden. Wir haben uns den keramischen Brand als eine Art von Mineralbildungsvorgang bei hohen Temperaturen vorzustellen, wie er bei der Bildung der gleichen Mineralien auch in der Natur, als unsere Erde noch im feuerflüssigen Zustande war, in ähnlicher Weise vor sich gegangen ist.

Das Sinterzeug, zu dem die meisten keramischen Isolierstoffe gehören, ist gesintert, dicht und undurchlässig für Flüssigkeiten, selbst bei Anwendung stärkster Flüssigkeitsdrucke. Die bekannte Prüfung von Hochspannungsporzellan mit Farblösungen unter hohem Druck ist das

[1]) Auszug aus einem am 4. 3. 1936 auf der Leipziger Messe gehaltenen Vortrag.

[2]) Weicker, Kunstmann, Demuth, ETZ 56 (1935) S. 915.

beste Zeugnis dafür, wie hoch die Anforderungen sind, die die Elektrotechnik an die *Dichtheit* der keramischen Isolierstoffe stellt.

Die starken Beanspruchungen der Hochspannungsisolatoren bei Freileitungen, wobei es als erschwerend hinzukommt, daß die Kräfte unter dem Einfluß von Wind und Sturm stoßweise auftreten, haben es mit sich gebracht, daß die *mechanische Widerstandsfähigkeit* von keramischen Isolierstoffen gegen *Druck, Zug, Biegung und Schlag* fast ebenso wichtig ist wie die elektrischen Eigenschaften. Es ist im Laufe der Jahre gelungen, die mechanischen Eigenschaften der keramischen Isolierstoffe, also Zug-, Druck-, Biege- und Schlagbiegefestigkeit, erheblich zu steigern, namentlich bei den Erzeugnissen der Gruppen 2 und 3, so daß man heute bei Sondermassen mit Werten der Druckfestigkeit bei den Rutilmassen bis zu 12 000 kg/cm², der Zugfestigkeit bei den Steatit-Sondermassen bis zu 950 kg/cm², der Biegefestigkeit in derselben Gruppe bis zu 1600 kg/cm² und der Schlagbiegefestigkeit ebendort bis zu 5 kgcm/cm² rechnet.

Füllen Pressen Ausstoßen

a Grundplatte *b* Fußstück *c* Backen *d* Ausstoßer *e* Oberstempel

Abb. 3. Naßpressung von Isolationspreßteilen.

Füllen Pressen Ausstoßen

Abb. 4. Trockenpressung von Isolationspreßteilen.

Die *Härte* der keramischen Isolierstoffe liegt sehr hoch. Nach der bekannten Mohsschen Skala mit ihren zehn Härtegraden stimmen sie mit Quarz gleich 7 und mit Topas gleich 8 überein. Ein Beweis für den großen *Widerstand gegen Abrieb* keramischer Massen ist die Verwendung von Porzellan und Steatit für Mahleinrichtungen, z. B. Kugelmühlen, Mahlkugeln und Mahlwalzen. Die Glasur steht der Masse an Härte keineswegs nach.

Aus der hohen Brenntemperatur der keramischen Isolierstoffe ergibt sich die Tatsache, daß diese Werkstoffe im Gegensatz zu den organischen *nicht brennbar* sind und zum mindesten der ihrer Garbrandtemperatur entsprechenden Temperaturhöhe, d. h. rd. 1400 ° C, widerstehen, ohne Schaden zu nehmen. Ihre Wärmebeständigkeit liegt somit weitaus höher als bei jedem anderen elektrischen Isolierstoff. Massen wie Hartporzellan erreichen so hohe Schmelz- und Erweichungstemperaturen, daß man sie den feuerfesten Stoffen, wie Schamottesteinen, zurechnen kann. Deshalb genügen die keramischen Isolierstoffe allen Anforderungen an *Glutsicherheit* und *Dauerwärmebeständigkeit*, welche die Elektrotechnik vorschreibt.

Die *Temperaturwechselbeständigkeit* ist diejenige Eigenschaft eines Werkstoffes, die ihn befähigt, schroffen Wechseln der Temperatur zu widerstehen, ohne zu springen oder zu reißen. Bekanntlich müssen Hochspannungsisolatoren nach den einschlägigen VDE-Vorschriften eine mehrmalige Temperatursturzprüfung zwischen heißem und kaltem Wasser ohne die geringste Beschädigung aushalten. In Fällen, wo besonders hohe Beanspruchungen durch schroffen Temperaturwechsel auftreten, wie bei Lichtbogen in Schaltgehäusen und Funkenlöschkammern, verwendet man keramische Sondermassen, die eine weit größere Temperaturwechselbeständigkeit als Porzellan besitzen. Es sind dies die Werkstoffe der Gruppen 4 und 5, die durch eine besonders kleine *Wärmeausdehnung* ausgezeichnet sind. Die Zahlen für die Wärmeausdehnungen sind bei diesen Massen so gering, daß sie nur etwa den fünfzehnten Teil der Ausdehnung des Kupfers betragen und immer noch sieben- bis achtmal kleiner sind als von Glas.

Seine große *Widerstandsfähigkeit gegen den chemischen Angriff* von Gasen, Flüssigkeiten und geschmolzenen Stoffen hat dem Porzellan und den verwandten keramischen Massen die Vormachtstellung als Werkstoff für die Behälter und Apparate der chemischen Industrie geschaffen. Porzellan und die porzellanähnlichen Werkstoffe sind bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen beständig gegen Alkalien und Säuren, Flußsäure ausgenommen. Auch die Porzellanglasuren besitzen die gleiche Widerstandsfähigkeit. Es gibt keine anderen Werkstoffe, welche der Verwitterung einen solchen Widerstand entgegensetzen wie die keramischen Isolierstoffe; ihre glasierte Oberfläche erschwert außerdem das Anhaften von Staub und anderen Verunreinigungen und ermöglicht eine leichte Reinigung. Die Oberfläche glasierter und unglasierter dichter keramischer Stoffe ist für Flüssigkeiten, besonders Wasser, *schwer benetzbar*.

Die wichtigste Materialkonstante in elektrischer Beziehung für Hochspannungsisolatoren ist die *elektrische Durchschlagfestigkeit*. Wesentlich für eine gute Durchschlagfestigkeit ist ein gut gebrannter, d. h. völlig gesinterter und homogener Scherben ohne Poren. Die hohe Brenntemperatur und die Dichtheit des keramischen Scherbens, in Verbindung mit der Möglichkeit, aus keramischen Massen Körper größter Abmessungen aufbauen zu können, begründen die überragende Stellung des Porzellans als Werkstoff für Hochspannungsisolatoren, wobei zu bemerken ist, daß Hochspannungsisolatoren auch aus Steatit hergestellt werden.

Mit zwei anderen Eigenschaften haben sich die keramischen Isolierstoffe ebenfalls eine Sonderstellung unter den Isolierstoffen errungen, und zwar mit ihrer großen Dielektrizitätskonstante und ihrem kleinen dielektrischen Verlustfaktor. Die *Dielektrizitätskonstanten* technischer fester Isolierstoffe betragen etwa 2 bis 5, Sondergläser erreichen Werte zwischen 10 und 16. Der keramischen Industrie ist es gelungen, diese Ziffern mit ihren Erzeugnissen weit zu überholen. Es sind heute Massen in Gebrauch mit Dielektrizitätskonstanten von rd. 90, also

mit dem zehnfachen Wert der nichtkeramischen Stoffe. Noch größer ist die Spanne zwischen den nichtkeramischen Isolierstoffen und den neuzeitlichen keramischen bei dem dielektrischen Verlustfaktor. Bekanntlich steigen die dielektrischen Verlustfaktoren stark mit fallender Frequenz. Während man früher bei 10^6 bis 10^7 Hz mit dielektrischen Verlustfaktoren von bestenfalls 20 rechnete, sind es heute mit den keramischen Massen nur 3 bis 5 bei 10^6 bis 10^7 Hz und nur 10 bis 15 bei 50 Hz. auch bei Erhitzung möglichst groß bleibt, ist z. B. wichtig für die Zündkerzensteine in Zündkerzen für Verbrennungsmotoren.

Der große Oberflächenwiderstand keramischer Isolierteile ist bedingt durch die geringe Benetzbarkeit und den Widerstand keramischer Oberflächen gegen Verwitterung.

Mit dem Oberflächenwiderstand hängt eine andere wichtige Eigenschaft von keramischen Isolierstoffen zusammen, die besonders bei Niederspannungs-Isolationspreßteilen hoch zu bewerten ist, die Kriechfunkensicherheit. In den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial", VDE 0610/1928, § 7, sind für spannungführende Teile Mindestwerte für Kriechstrecken festgelegt. Man bezweckt mit dieser Festsetzung, Stromübergänge, Kurz- und Erdschlüsse zu vermeiden, die eingeleitet werden können, wenn die Kriechstrecken durch Feuchtigkeit, Staub und andere die Isolation vermindernde Belege überbrückt werden. Diese Brücken können sich auch aus dem Isolierstoff selbst bilden, ohne daß neue Stoffe hinzutreten. Da die keramischen Isolierstoffe keine Bestand-

falsch	richtig
die zu große Auflagefläche ist nur durch Nachschleifen plan zu erhalten: Verteuerung	kleine Auflagefläche: Schleifen verbilligt
bei freiliegenden geraden Flächen besteht Gefahr des Durchbiegens (Einziehens)	obere Innenfläche gewölbt: Kein Durchbiegen
scharfe Außenkanten, senkrechte hohe Steilflächen: Schlechtes Auspressen und Ausheben des Preßlings. Bodenwölbung siehe vorangehendes Bild. Glasuren an scharfen Kanten laufen ab, Kanten scheinen durch	Ringteilkanten abgerundet: Gutes Auspressen, Glasurfehler vermieden. Steilflächen leicht angeschrägt: Preßling leicht aushebbar
Boden der Löcher eben, Brennstützpunkt fehlt: Schlechtes Ausheben, Gefahr der Bodensenkung. Über Steilflächen siehe voriges Bild	Löcher konisch: Besseres Ausheben; Lochboden gewölbt: Stempel saugen nicht. Brennstützpunkt vermeidet Bodensenkung
schwache Ausschlagwände reißen. Ohne Hinterschneidung schlechtes Ausschlagen	verstärkte Ausschlagwände reißen nicht. Hinterschneidung derselben: Glattes Ausschlagen
schwache Trennwände, senkrechte Steilflächen und schroffe Querschnittsübergänge: Ausschuß beim Pressen und Brennen	verstärkte und angeschrägte Trennwände reißen und verziehen nicht. Abgerundete Kanten: Besseres Ausheben und gut ausgepreßte Stücke

Abb. 5. „Falsch-Richtig"-Bilder für die Herstellung von keramischen Isolationspreßteilen.

Mit der Verwendung keramischer Massen mit kleinem dielektrischen Verlustfaktor ist ein anderer großer Vorteil verbunden. Wegen des negativen Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstante der keramischen Massen mit kleinem dielektrischen Verlustfaktor gelingt es jetzt, die Schwingungskreise temperaturunabhängig zu machen.

Für elektrische Isolierteile, die im Gebrauch höheren Temperaturen ausgesetzt werden, kommt die Eigenschaft des Isolationswiderstandes bei höheren Temperaturen in Frage[2]). Daß dieser Widerstand

[2]) W. Weicker, ETZ 56 (1935) S. 937.

teile enthalten, die als Leiter durch den Einfluß des elektrischen Stromes oder der Strom- oder Funkenwärme ausgeschieden werden können, bieten sie auch in dieser Hinsicht gegenüber den nichtmineralischen Isolierstoffen große Vorteile.

Verwendung der keramischen Isolierstoffe in der Elektrotechnik.

Am ältesten ist die Verwendung keramischer Isolierstoffe in der Fernmeldetechnik, d. h. in der Schwachstromtechnik, und zwar zur Isolierung der Leitungen für Telegraphen-, Fernsprecher-, Signal- u. ä. Anlagen. Die heute durch DIN VDE 8018 bis 8020 genormten Doppelglockenisolatoren für Fernmeldeleitungen sind nach dem Gesichtspunkt gebaut, daß der Oberflächenwiderstand auch bei Regenwetter möglichst groß ist, und daß der Isolator nach Regenfällen seinen Bestwert an Oberflächenwiderstand, den er im trockenen Zustande besitzt, möglichst schnell wieder erreicht.

Bei den Niederspannungs-Starkstromisolatoren tritt die Forderung nach einem großen Oberflächenwiderstand gegenüber der Notwendigkeit großer mechanischer Festigkeit zurück. Ihre Entwicklung kann durch die schon seit einigen Jahren durchgeführte Normung (DIN VDE 8010) als abgeschlossen gelten.

Im Gegensatz zu den genormten Schwachstrom- und Niederspannungs-Starkstromisolatoren bietet die Gruppe der Niederspannungs-Isolationspreßteile eine überaus große Zahl von Formen, Größen und Verwendungsmöglichkeiten (Abb. 1 und 2); hierher gehören die Fassungen und Lampensockel, Abzweigdosen, Sicherungen, Steckvorrichtungen, Dosenschalter u. a. Installationsmaterial.

Die Eigenart der keramischen Presserei, in welcher fast alle Teile dieser Gruppe keramischer Isolatoren hergestellt werden, zeigen die Abb. 3 und 4. Gerade bei der Anfertigung von Isolationspreßteilen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Elektrokonstrukteur und der keramischen Fabrik wichtig. Es wird häufig der Fall eintreten, daß der Keramiker an Hand der Zeichnungen, die er vom Elektrofachmann erhält, Anregungen zur wirtschaftlicheren Fertigung geben kann, die der Elektrotechniker von seinem Standpunkt aus übersieht. Es sind oft fast unmerkliche Kleinigkeiten in der Form, welche abgeändert werden müssen, damit die Form des Erzeugnisses dem Stoff, hier also Porzellan und Steatit, gerecht wird.

Aus einer Gemeinschaftsarbeit zwischen dem VDEP und dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen stammt eine Reihe von „Falsch-Richtig"-Bildern für die wichtigsten Gesichtspunkte für den Entwurf gepreßter keramischer Isolationspreßteile (Abb. 5). In diesen sehr anschaulichen und leichtverständlichen Zeichnungen sind auf der einen Seite die falschen Konstruktionen angegeben und auf der anderen Seite die richtigen, wie sie sich, ohne natürlich den Verwendungszweck der Stücke zu schmälern, vom keramischen Fertigungsstandpunkt aus ergeben.

Die Anforderungen an Niederspannungspreßteile sind in den bereits genannten VDE-Vorschriften zur Prüfung von Installationsmaterial zusammengestellt. Der § 5 dieser Regeln gibt an, daß spannungführende Teile „aus ausreichend feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit" angefertigt sein müssen. Es ist bei der Besprechung der Eigenschaften keramischer Isolierstoffe bereits darauf hingewiesen worden, daß alle keramischen Isolierstoffe unverbrennlich sind und bei so hohen Temperaturen gebrannt werden, daß sie in ihrer Glutsicherheit und Dauerwärmebeständigkeit weit über die höchsten Anforderungen hinausgehen, welche bestehende Verbrauchervorschriften an sie stellen. Ihre absolute Dichtheit schützt sie vor der Aufnahme von Feuchtigkeit, ihr unveränderlicher großer Oberflächenwiderstand vor Kurzschlüssen durch Schaltfeuer, Kriech- und Ziehfunken. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß der Handelsschiff-Normen-Ausschuß für „alle Konstruktionsteile bei Starkstromanlagen, die Funkenbildung oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind", keramische Werkstoffe als Träger spannungführender Teile vorgeschrieben hat.

Abb. 6. Keramische Spulenkörper für Kurzwellensender.

Bei den Hochspannungsisolatoren steigern sich die Anforderungen gegenüber den Niederspannungs-Starkstromisolatoren zu den Bedingungen einer ausreichenden Durchschlagsfestigkeit gegen hochgespannten Strom und vollkommenen Sicherheit gegen Randentladungen. Schon äußerlich führen diese Forderungen zu erheblichen Größenabmessungen und zu großen Scherbenstärken der Isolatoren bei höheren Spannungen.

Abb. 7. Röhrenkondensatoren aus keramischen Massen mit großer Dielektrizitätskonstante.

Bei der ersten elektrischen Kraftübertragung im Jahre 1891 auf der Strecke Lauffen—Frankfurt a. M. wurde für eine Spannung von 25 000 V ein Glockenisolator benutzt, bei dem der äußere Mantel unten nach innen zu einer Rille eingebogen war, die zur besseren Isolation mit Öl gefüllt war. Auf Grund der späteren Erkenntnis, daß man Stützisolatoren in erster Linie auf eine große Regenüberschlagsspannung hin zu bauen habe, entstanden die Deltaglocken und Weitschirmglocken. Sie sind für die verschiedensten Betriebsspannungen seit dem Jahre 1925 genormt. Die weitere Entwicklung brachte dann die Massivstützenisola-

toren; sie können wegen ihres massiven Scherbens als praktisch vollständig durchschlagssicher gelten. Für Betriebsspannungen von etwa 30 kV an aufwärts werden heute in Deutschland fast durchweg Hängeisolatoren an Stelle von Stützisolatoren eingebaut. Mehrere Hängeisolatoren bilden eine Hängekette, welche eine Reihe von Vorteilen bietet: Die Unterteilung der Isolation gewährleistet noch einen einwandfreien Betrieb, selbst wenn ein einzelnes Element versagt; die Sicherheit in mechanischer und elektrischer Beziehung ist größer; durch Einschaltung mehrerer gleichartiger Elemente, deren Lagerhaltung leicht möglich ist, kann man sich in einfachster Weise der jeweiligen Betriebsspannung anpassen; schließlich können mit Hängeisolatoren die Mastabstände bei Freileitungen bis zu den größten Spannweiten vergrößert werden. Aus der Gruppe der Hochspannungsisolatoren sind noch die Stütz- und Durchführungsisolatoren für Freiluftanlagen zu nennen.

Abb. 8. Porzellangestell für Senderöhren.

Wohl in keinem Zweige der Elektrotechnik hat die Einführung keramischer Isolierstoffe mit Sondereigenschaften die Leistungen so gesteigert wie in der Hochfrequenztechnik. Wenn es heute z. B. möglich ist, auch bei den einfachen Empfangsgeräten des Rundfunks, wie beim Volksempfänger 303, die Trennschärfe wesentlich zu steigern, so ist dieser Fortschritt den keramischen Isolierstoffen mit kleinem dielektrischen Verlustfaktor zuzuschreiben.

Hochfrequenzisolierstoffe bilden die wichtigsten nichtmetallischen Baustoffe für die Funktechnik. Sie stehen in unmittelbarer Berührung mit den spannungführenden Teilen und sollen beim Sender den Wirkungsgrad erhöhen und schädliche Erwärmungen verhindern, beim Empfänger die Trennschärfe und Empfindlichkeit steigern.

Zwei Eigenschaften sind es, welche die neuzeitlichen Hochfrequenzisolierstoffe für die genannten Aufgaben als besonders wertvoll erscheinen lassen, der geringe dielektrische Verlustwinkel und die große Dielektrizitätskonstante. Erstere verringert den dielektrischen Energieverlust, eine große Dielektrizitätskonstante ermöglicht kleinere Abmessungen der daraus hergestellten Kondensatoren. Daß die keramischen Massen der Gruppen 2 (Sondermassen) und 3, welche die neuzeitlichen keramischen Hochfrequenzisolierstoffe umfassen, größere mechanische Festigkeiten besitzen als Porzellan, ist bereits gesagt worden. Die übliche Maßgenauigkeit, die für die keramischen Fertigungsvorgänge in Frage kommt, kann in starkem Maße verbessert werden, wenn man die fertig gebrannten Körper durch Schleifen nachbearbeitet. Man kann dann bei besonders hohen Anforderungen selbst Genauigkeiten bis zu 0,01 mm erreichen. Diese genaue Fertigung ergänzt in wirksamster Weise die zweckdienlichen Eigenschaften der keramischen Hochfrequenzisolierstoffe.

Abb. 9. Wasserwiderstand aus Porzellan für Senderöhren.

Massen mit kleinem dielektrischen Verlustfaktor bilden den Baustoff für Spulen- und andere Isolierkörper für Sende- und Empfangsanlagen (Abb. 6). Bei Drehkondensatoren sind es vorzugsweise die Aufbauteile des Ständers und die Achse des Drehteiles, die aus den keramischen Sondermassen gefertigt werden. Von anderen Teilen seien genannt: Halterungen, Aufbauteile, Röhrensockel, Durchführungen, Grundplatten, ferner Abstimmspulen und Hochfrequenzdrosseln. Auch als Dielektrikum für Kondensatoren haben die verlustarmen keramischen Isolierstoffe große Bedeutung. Für Empfangsgeräte werden daraus kleine Festkondensatoren mit aufgebranntem Metallbelag hergestellt.

Die eigentliche Stoffgruppe, welche für die Dielektrika von Kondensatoren in Frage kommt, ist die Gruppe 3; es sind jene Massen, die wegen eines hohen Rutilgehaltes eine große Dielektrizitätskonstante besitzen. Man kann mit diesen Sondermassen bei kleinsten Abmessungen hohe Kapazitätswerte erreichen. Röhrenkondensatoren (Abb. 7) haben z. B. bei einem Durchmesser von 8 mm und einer Länge von 42 mm eine Kapazität von 1000 cm, bei 4 mm Dmr. und 42 mm Länge von 350 cm. Eine Besonderheit sind die kleinen veränderbaren Kondensatoren aus den Massen der Gruppe 3. Die unveränderlichen Eigenschaften bisher unbekannter Höhe in Verbindung mit der großen mechanischen Festigkeit und Starrheit der Aufbauteile machen die keramischen Sondermassen besonders wertvoll für die Hochfrequenz-Meßtechnik.

Abb. 10. Elektrische Brathaube aus Porzellan.

Auch Porzellan und normales Steatit haben ihren Platz in der Funktechnik. Großteile aus diesen Massen dienen als Fußisolatoren für Antennen u. a. Isolierstücke im Senderbau. Die Senderöhren selbst werden in Porzellangestelle eingesetzt (Abb. 8), als Wasserwiderstände für sie dienen Schlangen aus Porzellan (Abb. 9), auch Gehäuse für Empfangsgeräte hat man ganz aus Porzellan hergestellt.

Für elektrisch beheizte Wärmegeräte (Abb. 10) kommen keramische Formstücke von einer ähnlichen Vielheit der Form zur Verwendung, wie wir sie schon bei den Isolationspreßteilen für die Installation kennengelernt haben. Hier dienen die keramischen Teile entweder als Träger für die Heizspiralen oder -bänder oder als Isolierstücke. Erstere müssen mechanisch fest und temperaturwechselbeständig sein und die Wärme entweder gut oder schlecht leiten, je nach den Anforderungen, die an das Gerät gestellt werden. Bei den Isolierstücken ist auf hohen Isolationswiderstand auch in der Hitze Rücksicht zu nehmen, ferner auf eine ausreichende Durchschlagfestigkeit bei Niederspannung. Um den Anforderungen an Temperaturwechselbeständigkeit genügen zu können, sind die Massen porös. Ihre Aufnahmefähigkeit für Feuchtigkeit spielt hier keine Rolle, da sich die Wärmegeräte bei der Benutzung selbst trocknen.

Heizdrähte und -bänder werden auch für den Aufbau von elektrischen Öfen für höhere Temperaturen benutzt. Diese Öfen finden Verwendung im wissenschaftlichen Laboratorium und in der Industrie, z. B. als Aluminiumschmelzöfen großen Ausmaßes. Die keramischen Isolierstoffe haben hier die Form von Ofensteinen, Reiterkörpern und gezogenen Mehrlochkörpern.

Zusammenfassung.

Die Vielseitigkeit der keramischen Werkstoffe in ihren Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten in der Elektrotechnik wird dargetan und die Mannigfaltigkeit der Anwendungen wegen der guten Verformungseigenschaften der keramischen Massen für kleinste und größte Körper von einfacher und verwickelter Form gezeigt. Wichtig für die keramische Industrie ist, daß sie Kenntnis von den Wünschen der Verbraucherkreise erhält, damit sie sich bei der Fertigung den elektrotechnischen Anforderungen anpassen und ihrerseits geeignete Vorschläge machen kann.

Die Leipziger Frühjahrsmesse 1936.

061. 4

Während im vergangenen Jahre gerade die Ansätze für eine Wirtschaftsbelebung zu erkennen waren, kann man jetzt wohl feststellen, daß die diesjährige Messe eine innerlich gesundete Wirtschaft widerspiegelte. Die erfreulich hohe Besucherzahl aus dem In- und Ausland rechtfertigte die große Mühe, die sich die Aussteller gemacht hatten. Während noch im vergangenen Jahre Plätze freigeblieben waren, hatten sich dieses Jahr die Lücken geschlossen, und für die Elektrotechnik erwies es sich sogar als notwendig, zum Haus der Elektrotechnik eine weitere Halle hinzuzunehmen.

Die Gesamtbesucherziffer (238 447) stellt einen Rekord dar und liegt um rd. 22 % höher als die bisher höchste Ziffer des Jahres 1935. Die Zahl der Aussteller betrug 8163 und war damit um etwa 8 % gegen das Vorjahr gestiegen. 472 Aussteller kamen aus 20 nichtdeutschen Ländern und 24 751 geschäftliche Besucher aus dem Ausland wurden gezählt.

Erfreulich waren die Leistungen, die in dem Ausgestellten geboten wurden. Rege Fortentwicklungsarbeit an bewährten Konstruktionen hat sich mit Neuschöpfungen gepaart. Sie zeugen von den vielseitigen Anregungen, die die Hersteller durch die Neubelebung des Wirtschaftslebens erhalten haben und immer wieder erhalten.

Solche Anregungen vermittelt auch die Messe an sich, weil beim Zusammentreffen von Käufer und Hersteller, zumal auf dem Gebiete der Kleinartikel, manchem Hersteller wertvolle Hinweise durch den Käufer werden können und umgekehrt dem Käufer durch die Vielgestaltigkeit der Ausführung, oft des gleichen Gegenstandes, die Möglichkeit geboten wird, an Hand seiner Erfahrungen sich den Hersteller herauszusuchen, der seinen Wünschen am besten gerecht werden kann. So fördert die Messe den Konkurrenzkampf im besten Sinne des Wortes, denn durch das gleichzeitige Aufzeigen der Leistungen wird jeder einzelne Hersteller veranlaßt, sein Bestes zu bringen, und damit wieder erhält der Käufer ein Bild von der Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie. Die Bedeutung der Leipziger Messe als Erzieherin des Herstellers zu äußersten Leistungen und als Künderin deutscher Wertarbeit wird deshalb auch in Zukunft nicht nur erhalten bleiben, sondern immer mehr wachsen. *HM.*

Die Kölner Frühjahrsmesse 1936.

621. 34 (064)

Mit der Kölner Frühjahrsmesse waren technische Tagungen und Fachveranstaltungen verbunden, die auch mit der Elektrotechnik in Beziehungen standen. Der erste Messetag begann mit einer Kundgebung, von dem Amt für Technik der NSDAP Gau Köln-Aachen in Verbindung mit dem NS-Bund Deutscher Technik, der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit und anderen Gliederungen veranstaltet, und einem Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Arnhold „Der Ingenieur als Offizier der Wirtschaft". Vorträge und geschäftliche Sitzungen der Fachschaften folgten; VDE und VDI tagten gemeinsam und hörten u. a. Berichte über zeitgemäße Fragen der Elektroantriebstechnik sowie über industriellen Luftschutz. Die der Messe angegliederte Fachschau „Der Antrieb" hatte den Zweck, den Angehörigen handwerklicher und industrieller Betriebe im Rahmen der Energieleitung von der Kraftquelle bis zur Verbrauchsstelle wichtige Kraftmaschinen und Übertragungsmittel in ihrem Aufbau und ihren technischen sowie wirtschaftlichen Eigenschaften zu zeigen, wobei auch die Unfallverhütung berücksichtigt war. Der Elektromotor war in verschiedenen Bauformen vertreten; seine Anlaß- und Regelverfahren wurden an praktischen Beispielen gezeigt. In der Gruppe „Verteilung und Schaltung der elektrischen Energie" war eine gußgekapselte Verteilungsanlage einer solchen aus Isolierstoff gegenübergestellt. Für die Gruppe „Getriebe" bot die umfangreiche Schau des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung mit ihrer Fülle von Modellen, Ausführungsbeispielen und Schriften eine lehrreiche Einführung. In der Ausstellung der Industrie waren Getriebe für weitgehende Veränderung der Drehzahl stark vertreten. Erschütterungsfreie Aufstellungen, Lager, Einrichtungen zur Aufbereitung von Altöl, Übertragungsmittel und Kupplungen — dabei auch ein Gerät zur Messung des Drehmomentes, das die Kupplung überträgt — gaben einen umfangreichen Einblick in die Mannigfaltigkeit technischer und wirtschaftlicher Lösungen. In der Sonderschau „Schlepper, Traktoren und Lastanhänger" war auch der Elektrowagen in verschiedenen Ausführungsformen und Größen vertreten. Eine Werbefahrt von Elektrowagen durch die Stadt unterstrich die Bedeutung dieser Fahrzeuge. *Hnr.*

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft im Freistaat Hessen.

Von Prof. Dipl.-Ing. R. Schneider VDE, Darmstadt.

621. 311. 1. 003

Übersicht. Der Aufsatz stellt eine Ergänzung des vorhergehenden[1]) für die Jahre 1933 und 1934 dar. Er zeigt durch den Vergleich der Angaben für die Berichtsjahre 1932 und 1934 die einsetzende Steigerung des Elektrizitätsabsatzes im Freistaat Hessen und die Entwicklung der Anschlußwerte.

1. Ohne Rücksicht auf die Neugliederung der deutschen Elektrizitätswirtschaft erfolgt die Berichterstattung in Übereinstimmung mit dem Vorbericht[1]) ausschließlich für das politische Gebiet des Freistaates Hessen. Die Bezirksgruppen in der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) decken sich mit den Wirtschaftsgebieten der deutschen Wirtschaft, so die Bezirksgruppe Hessen der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung etwa mit dem Rhein-Mainischen Wirtschaftsgebiet. Dieses umfaßt das gesamte politische Gebiet des Freistaates Hessen, den westlichen (Reg.-Bez. Wiesbaden) und den südlichen Teil der preußischen Provinz Hessen-Nassau. Außer den Versorgungsgebieten des Freistaates Hessen, über die bisher berichtet wurde[1]), gehören ihr an: die Versorgungsgebiete der Main-Kraftwerke AG., Eltville, das Gebiet der Städte Wiesbaden, Frankfurt a. M. und Hanau, die Frankfurter Lokalbahn AG., Bad-Homburg v. d. H. und das Versorgungsgebiet der Buderus'schen Eisenwerke AG., Wetzlar a. d. Lahn.

Abb. 1. Entwicklung der Nutzabgabe, Benutzungsdauer, Erzeugung und der angeschlossenen Haushalte 1926 bis 1934.

Die ergänzende Darstellung erstreckt sich auf die Berichtsjahre 1933 und 1934 der Statistik des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung (REV), wobei jeweils die Angaben der Jahre 1934 und 1932 einem Vergleich unterzogen werden. Abb. 1 und 2 zeigen die Entwicklung in den Jahren 1926 bis 1934 bzw. 1935.

Hinsichtlich der Aufteilung der Elektrizitätsversorgung im Gebiet des Freistaates Hessen sind Änderungen nicht zu verzeichnen. Auch seine energiewirtschaftlichen Eigenschaften sind die gleichen geblieben. Das Versorgungsgebiet ist durch Eingliederung eines kleinen Bezirkes von 47 km² in das Versorgungsnetz der Hessischen Eisenbahn AG. auf 6628 km² (1932: 6581) gewachsen. Die Einwohnerzahl stieg auf 1 118 414 (1 112 000); die Bevölkerungsdichte liegt mit 169 Einwohnern/km² rd. 21 % über dem Reichsdurchschnitt.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 763.

Von der nutzbaren Abgabe wurden 35 % in Form elektrischer Arbeit fremd bezogen, 65 % im Gebiet selbst erzeugt, und zwar zu 95 % aus zum größten Teil eingeführten festen Brennstoffen (Abb. 1). Das Versorgungsgebiet ist also nach wie vor als energiewirtschaftlich unselbständig anzusprechen. An den Bezugsquellen hat sich nichts geändert. Die Lieferwerke sind für das oberhessische Gebiet die Preußische Elektrizitäts-AG. (PREAG), für den übrigen Teil das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk (RWE) und das Großkraftwerk Mannheim.

Abb. 2. Entwicklung des Anschlußwertes und des Verbrauches 1926 bis 1935.

2. Der geringe Strombedarf — durch das Fehlen großer industrieller Absatzgebiete bedingt — drückt sich in dem Verbrauch je Einwohner aus. Dieser beträgt im Jahre 1934 162,9 kWh/Kopf (1932: 132) oder 90 % seines Höchststandes 1930 (Abb. 2). Der Großverbrauch stieg auf 109 kWh/Kopf (1932: 82,5) oder 86 %, der Kleinverbrauch auf 53,9 kWh/Kopf (1932: 49,5) oder 98 % seines Höchststandes. Die Aufwärtsentwicklung hielt also Schritt mit der im Reich beobachteten. Für das Jahr 1935 ist mit einer weiteren Steigerung zu rechnen. Die auf einen Einwohner entfallende Nutzabgabe mit 162,9 kWh liegt rd. ⅓ unter dem Reichsdurchschnitt. Die Werte schwanken überdies sehr stark zwischen 348 kWh/Kopf (Mainz) und 88,5 kWh/Kopf (Oberhessen). 91,4 % der insgesamt vorhandenen Haushalte sind angeschlossen.

Der Gesamtanschlußwert stieg (1934) auf 396 878 kW (oder 355,1 W/Kopf) (Abb. 2), wovon 1432 kW auf die öffentliche Beleuchtung, 2154 kW auf Bahnen entfallen. Das sind zusammen nur 0,9 % des Gesamtanschlußwertes.

Der Industrieabsatz hatte einen Anschlußwert von 85,1 W/Kopf (1932: 86,4), der Kleinabsatz 270 W/Kopf (1932: 238). Bei gleichbleibendem Anschlußwert für den Großabnehmer wuchs der Kleinabsatz um rd. 14 % an.

3. Die Angaben über ausgebaute Maschinenleistung und Betriebsweise haben sich nicht geändert, ebenso sind die zur Fremdstromübernahme zur Verfügung stehenden Leistungen etwa die gleichen geblieben. Die Summenspitze stieg im Jahre 1934 auf 71 170 kW (1932:

65 000) an. Die Fremdreserve beträgt, vorsichtig geschätzt, rd. 80 %. Die jährliche Benutzungsstundenzahl der Spitze ermittelt sich (1934) zu 3650 h (1932: 3380) (Abb. 1).

4. Die Linienführung und Spannung des Hochspannungsnetzes erfuhren keine Veränderungen. Einige Leitungen und ihre Umspannwerke wurden kürzlich von 50 auf 100 kV umgestellt.

5. Die Besitzverhältnisse sind unverändert geblieben. Die Elektrowärme im Haushalt hat gute Fortschritte gemacht. Im übrigen kann auf das früher Gesagte verwiesen werden.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Norwegens im Betriebsjahre 1933 und 1934.

Von **Norberg Schulz**, Oslo.

621. 311. 1. 003 (481)

Übersicht. Es wird eine Übersicht über die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Norwegens in den Jahren 1933 und 1934 gegeben.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft Norwegens ist in den Jahren 1933 und 1934 nur wenig vorwärts gegangen. Eine kleine Besserung ist jedoch zu verzeichnen, wie aus der Zahlentafel 1 hervorgeht[1]).

Zahlentafel 1.

	Stand am 31. 12.			
	1934	1933	1932	1931
Zahl der Krafterzeugungsanlagen	2 551	2 502	2 433	2 387
gesamte Generatorenleistung in kW	1 856 550	1 849 825	1 804 511	1 759 078
Zahl der Akkumulatorenbatterien	637	642	599	574
Kapazität der Batterien kWh	20 967	20 286	19 554	19 795
für Motoren verwendet kW	785 073	754 350	734 208	703 758
für elektrotechnische Zwecke verwendet kW	767 268	757 012	758 648	719 248
im ganzen installiert:				
Glühlampen	7 131 923	6 868 327	6 663 326	6 458 469
Motoren	111 994	106 280	101 708	94 931

In den zwei Jahren sind etwa 100 neue Krafterzeugungsanlagen ausgeführt worden, die gesamte Generatorenleistung ist auf etwa 1,856 Mill kW gestiegen. Die Größe der einzelnen Anlagen war 1934 auf etwa 730 kW zurückgegangen. Trotzdem einzelne Erweiterungen vorhandener Kraftanlagen verhältnismäßig größer waren, sind doch die meisten neuen Anlagen klein, sie sind für Zugbeleuchtung bei den Staatseisenbahnen bestimmt.

Aus der Zahlentafel 1 kann man die wichtigsten Zahlen errechnen. Es läßt sich z. B. feststellen, daß je Einwohner des Landes etwa 2,5 Glühlampen installiert waren. Die Durchschnittsgröße der Motoren war in 1934 etwa 7,9 kW.

Ende 1934 waren im ganzen 20 482 km Hochspannungs-Luftleitungen und 2626 km unterirdische Kabel und Unterseekabel im Betrieb. Die entsprechenden Zahlen für Niederspannungsleitungen betrugen 30 272 bzw. 3029. Diese Zahlen haben sich nur unwesentlich seit 1932 geändert[1]).

In Norwegen besteht seit 1897 eine staatliche Beaufsichtigung der elektrischen Anlagen. Sie wurde durch sechs staatliche Inspektoren durchgeführt. Nachdem die Entwicklung eine Steigerung der städtischen und privaten Unternehmungen gebracht hat, ist es amtlich gestattet, für größere Anlagen — die unter fachmännischer Leitung stehen — eine örtliche Überwachung zu bewilligen. Ende 1934 war für insgesamt 337 Anlagen mit 559 Generatoren von insgesamt 1 206 922 kW Leistung eine örtliche Überwachung zugestanden.

Die Zahlentafel 2 zeigt die allgemeine Entwicklung der Elektrizitätsversorgung für bürgerliche Zwecke. Die Änderungen in den letzten zwei Jahren sind gering (wie früher ist die Parität 1 RM = 0,89 nom. Kr angenommen). Eine kleine Bewegung zu billigeren Preisen ist jedoch zu bemerken.

Die vom norwegischen Wasserbau und Elektrizitätswesen für die Elektrizitätsversorgung herausgegebenen Angaben sind für 1933 und 1934 ergänzt worden. Es wird angegeben, daß für bürgerliche Zwecke in 1934 etwa 2863,3 Mill kWh geliefert wurden, was durchschnittlich je Einwohner 1450 kWh entspricht. Die Einnahmen je kWh

Zahlentafel 2.

	30. VI. 1930 bzw. 31. XII. 1930	30. VI. 1931 bzw. 31. XII. 1931	30. VI. 1932 bzw. 31. XII. 1932	30. VI. 1933 bzw. 31. XII. 1933	30. VI. 1934 bzw. 31. XII. 1933
An die Leitungsnetze angeschlossene 1000 Einwohner					
a) in den Landbezirken	1057,5	1058,1	1060,3	1060,3	1060,3
b) in den Städten	880,8	900,6	904,2	905,4	912,2
c) insgesamt	1938	1958,7	1964,5	1965,7	1972,5
Bevölkerung in Millionen	2,809	2,831	2,845	2,857	2,871
der mit Elektrizität versorgte Teil der Bevölkerung (in Prozent der gesamten Bevölkerung)	69	69	69,5	69	69
verwendete Kapitalien (in Mill RM)					
a) für Kraftanlagen und Leitungsnetze	1155	1170	1180	1220	1222
b) als Abschreibungen zurückgezahlt	244	278	300	316	350
c) Buchwert der Anlagen	911	890	885	900	876
d) „ „ Kraftanlagen	484	455	471	500	483
e) „ „ Leitungsnetze	428	435	413	400	394
Gesamtleistung der Kraftanlagen (in 1000 kW)	550	532	539	616	627
davon Wasserkraft	530	512	519	596	607
„ Dampf-, Diesel- und Ölanlag.	20	20	20	20	20
Transformatorkapazität der Verteilungsnetze (in 1000 kVA)	764	784	788	839	850
durchschn. Ausbaukosten je 1 kW Generatorleistung im Kraftwerk (RM)	880	856	875	820	770
durchschn. Ausbaukosten je 1 kVA Transformatorkapazität an die Verteilungsnetze angeschlossen (RM)	562	553	528	482	463
für die Elektrizitätslieferung zu bürgerlichen Zwecken standen zur Verfügung (1000 kW)	570	553	560	636	648
Gesamthöchstbelastung (in 1000 kW)					
a) in den Landbezirken	170,3	173,3	178,5	184,4	204,6
b) in den Städten	280,8	295,8	296,3	307,5	320,8
c) insgesamt	461,4	478,7	498,9	515,2	552,6
Höchstbelastung je Einwohner (in kW)					
a) in den Landbezirken	0,161	0,164	0,168	0,174	0,193
b) in den Städten	0,32	0,33	0,33	0,34	0,352
c) insgesamt	0,24	0,245	0,252	0,262	0,280
Gesamteinnahmen je Jahr (in Mill RM)					
a) in den Landbezirken	34,5	33,7	34	32,5	32,8
b) in den Städten	58,2	59,2	57,7	61	61
c) insgesamt	93,7	94	92,5	93,5	93,8
Gesamtausgaben je Jahr (in Mill RM)					
a) in den Landbezirken	41	40,5	39,7	36,2	34,8
b) in den Städten	55,9	58	56,8	58	58
c) insgesamt	97,5	99,2	97,5	95	93
durchschn. Einnahmen je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) in den Landbezirken	201	195	191	175	161
b) in den Städten	208	199	195	197	190
c) insgesamt	202	196	187	184	170
durchschn. Ausgaben je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) in den Landbezirken	240	234	222	197	170
b) in den Städten	199	196	187	188	180
c) insgesamt	211	207	197	185	168,5
Zahl der Verwaltungen	360	359	357	367	—
durchschn. Einwohnerzahl je Verwaltung	5420	5460	5350	—	—

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 95.

sind durchschnittlich zu 3,36 Pf, die Ausgaben zu 3,35 Pf je kWh angegeben. Weiter sind neue Aufgaben für die Werke, die für industrielle Zwecke gebaut sind, hinzugekommen. Aus der Zahlentafel 3 geht hervor, was im Jahre 1934 bzw. 1933/34 insgesamt installiert war bzw. geliefert wurde.

Für bürgerliche und für industrielle Zwecke wurde infolgedessen in 1934 insgesamt 7,143 Mill kWh geliefert, was etwa 2600 kWh je Einwohner entspricht.

Zahlentafel 3.

	installierte kW	Gelieferte 1000 kWh
Für elektr. chem. u. elektr. therm. Industrien	680 000	3 500 000
„ Papier- u. Holzmasseindustrien	110 000	610 000
„ Bergwerke	30 000	75 000
„ Versch. Anlagen	25 000	95 000
Insgesamt	845 000	4 280 000

Elektro-Investitionen in der deutschen Volkswirtschaft

621. 3 : 33 (43)

Die elektrotechnische Industrie gehört mit dem Hauptteil ihrer Erzeugnisse zu der Gruppe der Investitionsgüterindustrien, d. h. der Industrien, die Produktions- und Versorgungseinrichtungen schaffen. Die vielseitige Verwendung der Elektrizität für die Bedürfnisse des täglichen Lebens hat ihr zwar auch in der Konsumgüterproduktion einen bedeutenden Rang erobert. Beschäftigungsgrad und Produktionsumfang der elektrotechnischen Industrie werden aber entscheidend durch Elektroinvestitionen beeinflußt, von denen die bedeutendsten in der Vergangenheit nach ihrer Art und ihrem Ausmaß im folgenden behandelt werden.

Für den Geschäftsgang der Starkstromindustrie sind die seitens der Elektrizitäts-Versorgungswirtschaft und der übrigen industriellen Kundschaft zur Vergebung gelangenden Aufträge auf elektrische Anlagen von maßgeblicher Bedeutung. Der Aufschwung der Starkstromindustrie in den Jahren nach 1924 bis zum Ausbruch der Krise war von umfangreichen Investitionen auf dem Gebiete der Stromversorgung begleitet. Die installierte Maschinenleistung stieg bei den öffentlichen Elektrizitätswerken in der Zeit von 1925 bis 1930 um rd. 3½ Mill kW (von 4,50 auf 7,96 Mill kW). In Verbindung damit wurde das Stromverteilungsnetz ausgebaut und zahlreiche Schalt-, Umspann- und Transformatorenstationen errichtet. Die Industriebetriebe schritten zur Modernisierung ihrer Produktionseinrichtungen, die ihren deutlichsten Ausdruck in der Verwendung der Elektrizität als Antriebskraft fand (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Leistung zum Antrieb von Arbeitsmaschinen in der gewerblichen Wirtschaft.

Jahr	in Mill PS		in %
	Insgesamt	davon Elektromotoren	
1925	19,9	13,2	66,3
1933	24,8	17,9	72,3

Die Zunahme der Kraftmaschinenleistung im Zeitraum zwischen den beiden letzten gewerblichen Betriebszählungen um 4,9 Mill PS war fast gleichbedeutend mit der Installation elektromotorischer Antriebskraft. — Der Geschäftsgang der Starkstromindustrie erfuhr seitens der Industriekundschaft weiterhin starke Anregungen durch die zunehmende Anwendung der elektrischen Arbeit zu Wärmezwecken in der industriellen Produktion. Die Anfänge dieser Verwendung der Elektrizität reichen zwar weit in die Vorkriegszeit zurück, wo sie bereits in gewissen chemischen und metallurgischen Produktionsprozessen anzutreffen waren, z. B. bei der Kalzium-Karbidherstellung im Lichtbogenofen, bei der Erzeugung von Edelstählen oder der künstlichen Schleifmittel Silizium-Karbid und Elektrokorund, die den mit fortschreitender industrieller Entwicklung besonders in der Eisen- und Stahlindustrie bedeutend gesteigerten, von den natürlichen Schleifmitteln nicht mehr zu erfüllenden Härteanforderungen gerecht wurden. Das Vordringen der industriellen Elektrowärme in breiter Front auf alten und neuen Anwendungsgebieten, hier besonders in Gestalt des Widerstandsofens zum Glühen, Härten, Trocknen, Schmelzen und anderen wärmefabrikatorischen Verrichtungen, ist jedoch erst eine Erscheinung der letzten zehn bis fünfzehn Jahre, die eine neue Epoche der elektrischen Entwicklung herbeizuführen verspricht. Der Anschlußwert der Elektroindustrieöfen wird von fachmännischer Seite für 1935 auf 850 000 kW geschätzt.

Welchen wertmäßigen Umfang die bisher ins Auge gefaßten elektrotechnischen Investitionsvorgänge hatten, ist gesondert nur für das Gebiet der öffentlichen Elektrizitätsversorgung auf Grund von Untersuchungen des Statistischen Reichsamts bekannt, zu denen die Anlagekonten der Bilanzen der Aktiengesellschaften der Elektrizitätswerke die Grundlage gegeben haben. Danach wurden (nach Zahlentafel 2) für die Zeit seit 1924 auf Grund von Aufträgen der öffentlichen Elektrizitätswerke, die im wesentlichen der Starkstromindustrie erteilt wurden, Sachgüter in folgender Größenordnung investiert:

Zahlentafel 2. Neu- und Ersatzanlagen bei den öffentlichen Elektrizitätswerken.

	in Mill RM
1924	333
1925	572
1926	660
1927	515
1928	771
1929	839
1930	537
1931	284
1932	161
1933	137
1934	150
1924···34	4959

(Wirtschaft u. Statistik 15 [1935] Nr. 18).

Der 1924 einsetzenden Investitionskonjunktur, die 1929 ihren Höhepunkt mit einem Aufwand von 839 Mill RM erreichte, folgte unter dem Einfluß der Krise der starke Rückgang der Investierungen bis zum Tiefpunkt im Jahre 1933. (Bei den Zahlen sind Preisveränderungen nicht berücksichtigt.) Das Jahr 1934 brachte mit der Wirtschaftsbelebung wieder ein Ansteigen der Investitionsaufwendungen. Dabei hat es sich in der Hauptsache um Ersatzanlagen gehandelt, deren Ausführung in der Krisenzeit, wie aus dem Rückgang der Anlagenbuchwerte in den Bilanzen der Aktiengesellschaften zu ersehen ist, zurückgestellt worden war, indem die dafür bestimmten Abschreibungsbeträge lieber zur Stärkung der Liquidität benutzt wurden.

Zu den bedeutendsten Auftraggebern der deutschen Wirtschaft gehört die Reichsbahn (Zahlentafel 3). Auch auf den Gang der Beschäftigung der Elektroindustrie, und zwar sowohl der Stark- wie der Schwachstromindustrie üben die Elektrifizierungsprojekte der Reichsbahn einen nicht geringen Einfluß aus. Für den Ausbau der elektrischen Zugförderung wurden seit 1924 die folgenden Beträge (ohne die Aufwendungen für Erneuerung, die im einzelnen nicht bekannt sind) ausgegeben:

Zahlentafel 3. Anlagenzuwachs der Reichsbahn für elektrische Zugförderung.

	in Mill RM
1924	12,5
1925	15,2
1926	18,4
1927	48,8
1928	8,1
1929	1,9
1930	2,4
1931	3,6
1932	14,7
1933	8,1
1934	15,2
1924···34	148,9

(Wirtschaft und Statistik 15 [1935] Nr. 20 für die Zahlen von 1929 bis 34. Für die vorhergehenden Jahre (s. Sonderheft 22 des Instituts für Konjunkturforschung vom Jahre 1931, S. 96).

In dem hier betrachteten Zeitabschnitt erhöhte sich die Länge der auf elektrischen Zugbetrieb umgestellten Strecken von 616 auf 2070 km, die 3,9 % des Gesamtstreckennetzes der Reichsbahn ausmachten. An elektrotechnischen Investitionen der Reichsbahn kommen noch die Ausgaben für elektrische Lokomotiven sowie für Fernmelde-, Signalanlagen und elektrische Streckensicherung hinzu, über die im einzelnen keine Angaben vorliegen.

Auf den Geschäftsgang der Schwachstromindustrie üben die Anlagenaufträge ihres Hauptkunden, der Reichspostverwaltung, die nachhaltigste Wirkung aus. Durch ihre klare Bilanzierung ermöglicht die Reichspost einen guten Einblick in die Aufwendungen, die sie in der Vergangenheit für die dem Fernmeldewesen dienenden Einrichtungen gemacht hat (Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4. Neu- und Ersatzanlagen der Reichspost in Mill RM *

Telegraphen, Fernsprech- u. Funkwesen	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1924 bis 1934
Leitungsnetz oberirdisch	29,7	31,1	25,4	21,7	15,0	16,9	11,7	3,7	—	4,5	5,8	165,5
Leitungsnetz unterirdisch	101,2	155,1	141,6	126,5	106,4	145,7	110,8	85,8	27,8	32,6	44,0	1077,5
Technische Telegraphen- u. Fernsprecheinrichtungen	73,6	106,2	164,8	123,4	106,7	113,4	89,8	65,4	32,2	38,7	46,5	960,7
Funkanlagen	2,5	4,8	6,7	4,5	2,2	4,0	11,9	7,6	4,0	5,9	6,4	60,5
	207,0	297,2	338,5	276,1	230,3	280,0	224,2	162,5	64,0	81,7	102,7	2264,2

* Nach den Geschäftsberichten der Reichspost.

Der überwiegende Teil der gesamten Investitionsbeträge der Reichspost entfällt auf ihre elektrischen Betriebseinrichtungen in Gestalt des Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesens. Insgesamt wurden hierfür von 1924 bis 1934 2264 Mill RM aufgewendet, die in der Hauptsache der Schwachstromindustrie zugeflossen sind. Auch in den wirtschaftlich schlechten Jahren 1930 bis 1932 hat die Reichspost erhebliche Investitionen vorgenommen und damit der Schwachstromindustrie eine starke Stütze geboten. Besonders lebhaft war die Anlagentätigkeit auf dem Gebiete des Telegraphen- und Fernsprechwesens vornehmlich durch den starken Ausbau des automatischen Fernsprechbetriebes. Von den Ende März 1935 vorhandenen 1,8 Mill Hauptanschlüssen (bei insgesamt 3,13 Mill Sprechstellen) waren 82,6 % auf Selbstwählerbetrieb umgestellt gegen 40,2 % Ende Dezember 1928 und erst 9,9 % Ende 1924. Noch größere Beträge erforderte die unterirdische Leitungsverlegung, insbesondere der Ausbau des dem Weitverkehr dienenden Fernkabelnetzes, das besonders hohen technischen Anforderungen gerecht werden muß. Auch hier sind die Verlegungsarbeiten tatkräftig vorwärts getrieben worden. Ende März 1935 waren 13 011 km Fernkabellinien im Betrieb gegen 7814 km Ende März 1928 und 2623 km Ende März 1924. Von den Ausgaben für funktechnische Anlagen und Einrichtungen entfielen bedeutende Beträge auf die Erweiterung des Rundfunknetzes und die Verstärkung der Rundfunksender.

Dr. Winkler.

Energiewirtschaft.

621. 311 (73) **Modernisierung von Kraftwerken in den V. S. Amerika.** — Mehrfachen Äußerungen der nordamerikanischen Tagespresse, daß die Elektrizitätsindustrie demnächst einem beträchtlichen Mangel an Leistung gegenüberstehen werde und ein großer Teil ihrer Erzeugungseinrichtungen, da veraltet, dauernd unwirtschaftlich arbeite, tritt M. Penn von der Public Service Electric & Gas Co. (N. J.) in einem dem Edison Electric Institute erstatteten Bericht[1]) entgegen. Nach seinen Angaben betrug die in den laufenden Kraftwerken Ende 1934 installierte Leistung 33,242 Mill kW, und mit ihr sind in diesem Jahr, obgleich sie um 12,5 % stärker war als 1929, dem Jahr der höchsten Spitze und des größten Ausbringens, 5,7 % weniger Kilowattstunden gewonnen worden. Der eingangs erwähnten Ansicht gegenüber stellt Penn fest, daß Anfang 1935 ein Überschuß an verfügbarer Leistung von etwa 5 Mill kW in der Union bestanden habe. Dabei sind die seit 1929 ausgebauten zahlreichen Zusammenschlüsse nicht berücksichtigt, durch die der Bedarf an Reserven bis zu einem gewissen Grad verringert und die Leistung infolge der Lastverschiedenheit erhöht wird. Wenn nun aber auch z. Zt. ein Überschuß an Erzeugerleistung vorhanden ist, so gilt das nicht in gleichem Maß für Übertragungs- und Verteilungsanlagen, von denen letztere, wenn die Belastungen im laufenden Jahr, wie es scheint, denen von 1929 und 1930 gleichkommen, sehr bald der Erweiterung bedürfen werden.

Die Presse behauptet, daß mindestens 2 Mill kW Dampfleistung veraltet und zu ersetzen seien. Nach Penn dient aber der größte Teil dieser Einrichtungen heute als Reserve und zur Spitzendeckung während einer beschränkten Stundenzahl im Jahr, daher hat ihr schlechterer Wirkungsgrad nur wenig Einfluß auf die Gesamtkosten. Der Vortragende ist der Meinung, daß alte Erzeugungsanlagen nur dann durch neue ersetzt werden sollten, wenn die Betriebskosten des Werks mit der alten Ausrüstung die bei Benutzung der neuen Anlage sich ergebenden zuzüglich der festen Kosten letzterer, unter genügender Berücksichtigung des Ersatzwerts, überschreiten, sowie daß der Leistungsüberschuß an sich durch sogenannte „veraltete" Einrichtungen nicht gemindert werde. Es ist z. Zt. nicht möglich, die künftige Belastung mit einiger Sicherheit vorauszusehen. Penn glaubt aber, daß sie in den nächsten Jahren nicht stärker wachsen werde als vor 1929, d. h. als die jährliche Zunahme der Erzeugerleistung etwa 2 Mill kW betrug. Unter dieser Voraussetzung dürfte der in den Staaten gegenwärtig verfügbare Leistungsüberschuß für die Spitze von 1938 ausreichen. Es ist jedoch möglich, daß einzelne Unternehmungen schon früher einer Erweiterung bedürfen. Die Frage, ob die private Elektrizitätsindustrie im Fall einer besonderen Notlage des Volkes ihre Aufgabe zu erfüllen vermöge, bejaht der Vortragende. Selbst während des Weltkriegs litten nur vereinzelte industrielle Bezirke etwas unter Strommangel, u. zw. größtenteils wegen fehlender oder ungenügender Kupplung von Kraftwerken. Jetzt sind aber nicht nur die einzelnen Anlagen eines Bezirks, sondern auch die größeren Industriebezirke selbst mit benachbarten zusammengeschlossen, und die Industrie könnte, wenn sie in drei Schichten täglich arbeitete, ohne Verstärkung der Werke und ohne Schwierigkeiten für diese über das Doppelte des gegenwärtig erzeugten Stroms verfügen. Penn weist hier darauf hin, daß die V. S. Amerika etwas mehr installierte Leistung besitzen als Deutschland, Großbritannien und Frankreich zusammen.

Der Vortragende bespricht sodann die Möglichkeiten der Leistungssteigerung bei bestehenden Kraftwerken, von denen er die Errichtung einer neuen Zentrale, wie sie mitunter notwendig ist, als die kostspieligste bezeichnet. Eine Erweiterung mittels Kessel für hohen Dampfdruck und -temperatur nebst Hochdruck-Turbogeneratoren (evtl. auch durch eine Quecksilberdampfanlage), die zugleich eine wirksame Verwertung der vorhandenen Niederdruckeinrichtung gestattet, hält er für praktisch und wirtschaftlich, wobei das Verhältnis der zusätzlichen Hochdruckleistung zu der bestehenden Anlage je nach den neuen und bisherigen Druckhöhen zwischen 60 und 100 % liegen soll. Ihre Größe im einzelnen wird von der Niederdruckkapazität abhängen, die zu modernisieren der Vergleich mit andern Methoden zur Leistungssteigerung wirtschaftlich erscheinen läßt; sie wird bei den einzelnen Werken sehr verschieden sein. Die Vorteile einer Kombination von Hoch- und Niederdruckleistung brauchen hier nicht näher dar-

[1]) Edison Electric Institute Bulletin Bd. 3, Nr. 7, S. 277.

gelegt zu werden; nach Penn dürfte ein in dieser Weise modernisierter Maschinensatz einen gewöhnlich nur um etwa 3 % geringeren Wirkungsgrad haben als ein entsprechender neuer und die Gesamtleistung, wenn man für die Zusatzkapazität 75 % der mit Niederdruck arbeitenden Leistung annimmt, einen lediglich um 1¾ % kleineren. Sehr zu beachten ist bei alledem, daß die Modernisierung jeder Anlage ein Problem für sich darstellt, das man nicht nach einer allgemein gültigen Formel lösen kann. Der Berichterstatter schildert schließlich des näheren die von seiner Gesellschaft[1]) zwecks Modernisierung ihrer Werke getroffenen Maßnahmen. Er bemerkt u. a., daß sich in Kearny bei dem Betrieb einer neuen 20 000 kW-Quecksilberdampfturbine zunächst dadurch Schwierigkeiten ergeben hätten, daß sich im Kessel Oxyde bildeten, die die Rohrleitungen verstopften und beschädigten.

In der durch den Bericht M. Penns veranlaßten Aussprache haben die vorwiegend der Praxis angehörenden Teilnehmer z. T. beachtliche Beiträge zum Thema geliefert, auf die hier leider nicht eingegangen werden kann. *fm.*

621. 317. 8 (44) **Entwicklung der Strompreise in Paris während 1910 bis 1934.** — Die durchschnittlichen jährlichen Strompreise in Paris in Pf/kWh sind in der Abb. 1 durch die Kurve *a* dargestellt[2]). Die Preise vor der Frankenentwertung (Verhältnis 1 : 5) sind im jetzigen Wert ausgedrückt. Die Kurve *b* stellt die Indexziffer für den Großhandel in Frankreich, die Kurve *c* die Indexziffer für den Kleinhandel in Paris dar, beide auf die Basis 100 im Jahre 1914 überführt. Die Senkung der Strompreise ist natürlich auf die großen technischen Fortschritte der Elektrizitätserzeugung in den zwei letzten Jahrzehnten zurückzuführen. Beachtenswert ist die Gleichheit des Strompreises während des wirtschaftlichen Rückgangs (1929 bis 1934), wo er nicht der erheblichen Senkung des Großhandelsindexes und nicht einmal derjenigen des Kleinhandelsindexes folgen konnte. Der durchschnittliche Strompreis im Jahre 1934 betrug in Paris 15,0 Pf/kWh gegenüber 15,5 im Jahre 1933. Der Lichtpreis war 26,25 bzw. 29,15 Pf/kWh. *—ak.*

Abb. 1. Strompreise (*a*), Indexziffer für den Großhandel (*b*) und für den Kleinhandel (*c*) in Paris in den Jahren 1910 bis 1934.

[1]) Die Public Service Electric & Gas Co. in Newark, N. J., verfügte zur Zeit des Berichts über 685 000 kW Erzeugerleistung und konnte dank der aus Kupplungen der Werke sich ergebenden Lastverschiedenheit und Reserve eine feste Belastung von 675 000 kW an den Generatoren bewältigen. Die Spitze von 1934 betrug 495 000 kW, ließ mithin einen Überschuß von 180 000 kW zur Deckung künftigen Belastungszuwachses. Bevor neue Kraftwerke erforderlich werden, ist es möglich, die vorhandene Leistung um 0,7 Mill kW zu erhöhen, u. zw. mit einem Kostenaufwand je Kilowatt von 80 bis 90 % des für eine neue Zentrale notwendigen.

[2]) 1 RM = 6 Fr.

RECHTSPFLEGE.

347. 778 **Angestelltenerfindungen.** — Die im Gange befindliche Neugestaltung des gewerblichen Rechtschutzes hat auch die Frage der Angestelltenerfindungen wieder in Fluß gebracht und im Sinne der Bewegung mit neuem Geiste erfüllt. So berührt sie Professor Kisch, München, der 2. Vorsitzende der Akademie für Deutsches Recht, in einem auch sonst sehr beachtenswerten Aufsatz: „Der soziale Gehalt des Patentrechts[1]).“ Er sieht in ihr weniger eine Frage des gewerblichen Rechtschutzes als eine solche der allgemeinen Vertragsethik und der Regelung der Arbeitsverhältnisse. Nach seiner Ansicht wird zwar der Angestellte auch bei Erfindungen, die wirklich und nachweisbar von ihm herrühren, aber im Rahmen seines Dienstauftrages liegen, Verständnis dafür aufzubringen haben, daß der Betriebsunternehmer ihn dafür entlohnt und daher den Ertrag für sich beanspruchen darf. Aber es erhebt sich dabei doch die dringende soziale Forderung, daß nicht etwa unter Mißbrauch wirtschaftlicher Überlegenheit ein Mißverhältnis zwischen Leistung und Gegenleistung Platz greift.

Sehr eingehend hat sich Wiegand, der Leiter des Patentbüros der SSW, in einem Vortrage vor der Arbeitsgemeinschaft für gewerblichen Rechtschutz und Urheberrecht[2]) mit den Angestelltenerfindungen befaßt. Er gibt zunächst einen interessanten Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Frage, die bekanntlich, wie für die chemische Industrie im Jahre 1920 tarifvertraglich festgelegt wurde, zu einer Regelung geführt hatte, nach der die sogenannten freien, d. h. außerhalb des Arbeitsgebiets des Unternehmens liegenden Erfindungen uneingeschränktes Eigentum des Angestellten sind, auf dem Arbeitsgebiete des Unternehmens aber zwischen Betriebs- und Diensterfindungen unterschieden wird, die beide dem Betriebsinhaber zugesprochen werden, letztere allerdings unter Wahrung eines Rechtes des Angestellten auf Namensnennung in der Patentschrift und auf angemessene Vergütung. Hiermit war aber die Angelegenheit nicht zur Ruhe gekommen.

Im neuen Staate haben sich daher die maßgebenden Stellen sogleich mit dieser die Betriebsgemeinschaft so nahe berührenden Frage befaßt. Beratungen im Ausschuß für gewerblichen Rechtschutz der Akademie für Deutsches Recht haben nach Wiegand zu dem Ergebnis geführt, daß die Begriffe „Dienst- und Betriebserfindung“ sich nicht genügend gegeneinander abgrenzen lassen und eine brauchbare Unterlage nicht bieten können. Es soll dabei bleiben, daß dem Betriebsinhaber alle Erfindungen von Angestellten zugesprochen werden, die in den Geschäftsbereich des Betriebes fallen. Ob und in welcher Höhe dabei dem Angestellten außer dem Recht auf Namensnennung noch eine besondere Vergütung zuzusprechen ist, soll von der Bedeutung der Erfindung für den Betrieb und ferner von der erfinderischen Leistung des Angestellten abhängen, die unter Berücksichtigung aller bei der Erfindung mitwirkenden Umstände zu bemessen ist. Wenn nunmehr bestimmte Maßstäbe festgestellt werden, nach denen die Leistung des Angestellten über seine vertragliche, durch Lohn abgefundene Tätigkeit hinaus zu bewerten ist, so wird es doch auch auf dieser Grundlage, wie Wiegand an einer Reihe von Beispielen darlegt, nicht immer leicht sein, die gegenseitigen Interessen gerecht gegeneinander abzuwägen. Denn wenn auch die unfruchtbare Unterscheidung zwischen Betriebs- und Diensterfindung grundsätzlich fortfallen soll, so werden doch die damit verbundenen Unsicherheiten wieder auftreten, wenn die erfinderische Leistung gegenüber den Anregungen, Erfahrungen, Vorarbeiten und Hilfsmitteln des Betriebes festzustellen ist. Mit Wiegand ist jedoch zu erwarten, daß sich letzten Endes aus dem Geiste der Betriebsgemeinschaft heraus, der Führer und Gefolgschaft im Streben nach Förderung des Betriebes vereint, stets eine gerechte Lösung finden lassen wird. K. Kahle VDE.

[1]) Deutsche Juristen-Zeitung 1935, Sp. 655 ff.

[2]) Gewerbl. Rechtschutz und Urheberrecht 1935, S. 261 ff.

AUS INDUSTRIE, HANDEL UND GEWERBE.

Jubiläum. — 50 Jahre Garbe, Lahmeyer & Co., Aachen. Am 1. April 1936 konnten die Deutschen Elektrizitäts-Werke zu Aachen — Garbe, Lahmeyer & Co. — AG., Aachen, auf ein 50jähriges Bestehen zurückblicken.

Das Werk ist hervorgegangen aus der am 1. April 1886 gegründeten Kommanditgesellschaft gleichen Namens. Begründet wurde sie durch den Kaufmann Heinrich Garbe und den Ingenieur Wilhelm Lahmeyer.

Das Fabrikationsprogramm umfaßte den Bau von elektrischen Maschinen und Transformatoren. Dieser Beschränkung ist die Firma bis heute treu geblieben.

Die Umgründung in eine Aktiengesellschaft erfolgte am 1. April 1898. Der Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft Ende des vorigen Jahrhunderts ermöglichte der Firma eine günstige Entwicklung. Ihre soliden und bewährten Fabrikate verschafften ihr im In- und Ausland einen ausgezeichneten Ruf. Ihre Lage an der Westgrenze des Reiches gab ihr lebhaften Anteil an den sich damals in großem Maße bietenden Exportmöglichkeiten, so daß sie schon frühzeitig ihre inner- und außerdeutschen Organisationen ausbauen und zu eigenen Niederlassungen schreiten konnte. Die einsetzenden Krisen, denen zahlreiche Neugründungen der damaligen Zeit zum Opfer fielen, konnten dem weiteren Ausbau keinen Abbruch tun. Am schwersten betroffen wurde das Werk in der Nachkriegszeit durch die Folgen der feindlichen Besatzung, wodurch Produktion und Absatzmöglichkeiten zeitweise nahezu völlig lahmgelegt wurden. Der Umbruch der nationalsozialistischen Revolution gab der Firma neuen Aufschwung. Über 1200 Volksgenossen finden gegenwärtig in dem Werk Arbeit und Brot und tragen mit bei zur Entlastung des noch immer notleidenden Grenzgebietes.

Firmenänderung. — Osmose-Holzimprägnierung G. m. b. H., Leipzig. Die beiden bisherigen Gesellschafter haben nach Abschluß der Einführungsarbeiten für das neue Verfahren mit Beginn des Jahres 1936 eine Trennung des Arbeitsgebietes in folgender Weise vorgenommen: Osmose-Holzimprägnierung G.m.b.H., Leipzig (Inhaber Direktor Carl Schmittutz), Masten, Schwellen, Kühltürme, Funktürme usw. Dr.-Ing. Ernst Gieseking, Leipzig, Osmose-Holzschutzverwertung für Werk- und Bauholz aller Art, Holzpflaster, Feuerschutz usw. Die technische und theoretische Zusammenarbeit bleibt auch nach der Trennung des Arbeitsgebietes bestehen.

Handelsregistereintragung. — Veha Staubsauger-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb von Staubsaugern und anderen elektrischen Haushaltsapparaten.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

UdSSR: Elektroaußenhandel 1935. — Die Elektroeinfuhr der UdSSR (Zahlentafel 1) betrug im Jahre 1935 9,7 Mill RM, das sind 7,9 Mill RM oder 45 % weniger als im Jahre 1934. Die größte Gruppe ist nach wie vor die Gruppe Elektroden (1934 30 %, 1935 35 % der Gesamtelektroeinfuhr), während die Maschinenposition, die 1934 über ein Viertel der Einfuhr ausmachte, infolge einer fast 90prozentigen Einfuhrbeschränkung gegenüber dem Vorjahr nur noch 5 % der Einfuhr 1935 stellt. Die Gruppen Schalt- und Sicherheitsapparate, Meß- und Zählvorrichtungen, Telegraphie und Telephonie, Industrieöfen, Anlaß- und Beleuchtungsvorrichtungen für Motorfahrzeuge und Räder haben ihren Anteil an der Einfuhr gehalten und demzufolge eine der Gesamteinfuhr ungefähr entsprechende Entwicklung gegenüber 1934 erfahren; erhebliche Zunahmen der Einfuhr sowohl der Menge als dem Werte nach sind eingetreten bei Akkumulatoren und Elementen, Kabel und Draht, Koch- und Heizapparaten (nicht für Industrie), Elektromedizin, Elektrowerkzeugen.

Zahlentafel 1. UdSSR — Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1934		1935		Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr	
	t	1000 RM	t	1000 RM	1934 %	1935 %
Generatoren, Motoren, Transformatoren usw.	2075	4 672	174	483	26,5	4,9
Akkumulatoren u. Elemente	27	53	95	197	0,3	2,0
Kabel u. isolierte Drähte	42	115	870	604	0,7	6,2
Schalt-, Sicherheits- u. Verteilungsapparate	123	931	82	475	5,3	4,9
Komplette Einrichtungen u. Leitungen dafür	54	126	26	67	0,7	0,7
Meß- u. Zählvorrichtungen	71	1 497	27	850	8,5	8,7
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	25	524	15	288	3,0	3,0
ohne Draht	13	440	11	292	2,5	3,0
Elektr. Lampen aller Art (außer Radiolampen)	[1])1030	33	[1])1 717	28	0,2	0,3
Elektrowärmegeräte für Industriezwecke	261	622	137	395	3,5	4,1
„ andere einschl. d. Widerstände	17	149	47	274	0,8	2,8
Röntgen- u. elektromediz. Apparate	1	41	17	201	0,2	2,1
Anlaß-, Beleuchtungs- u. Zündvorr. f. Motorfahrz. u. Fahrräder	108	957	30	628	5,4	6,5
Elektrowerkzeuge	[1]) 338	6	[1])13129	239	0,0	2,5
Kohlen u. Grafitelektroden	8544	5 203	4 864	3 370	29,6	34,7
Andere Kohle f. d. Elektrotechnik	3	80	9	183	0,5	1,9
Sonstige Waren	246	2 176	195	1 133	12,3	11,7
Insgesamt		17 625		9 707	100	100

[1]) kg.

Unter den Bezugsländern (Zahlentafel 2) haben im Jahre 1935 Deutschland und V. S. Amerika die Plätze getauscht. Zusammen lieferten beide Länder 1934 und 1935 über zwei Drittel der russischen Elektroeinfuhr; während aber die V. S. Amerika ihren Anteil von 26 % auf 48 % steigern konnten, fiel der deutsche Anteil von 45 % auf 22 % zurück. Ihren Anteil gesteigert haben außerdem Frankreich, Japan und Großbritannien, wobei die beiden erstgenannten Länder auch tatsächlich wertmäßige Zunahmen erzielt haben.

Zahlentafel 2. UdSSR — Elektro-Einfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[2])	1933	1934	1935	Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr der UdSSR		
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	1933 %	1934 %	1935 %
USA	2 242	4 568	4 628	5,4	25,9	47,7
Deutschland	19 889	7 863	2 096	47,4	44,6	21,6
Frankreich	279	518	878	0,7	2,9	9,0
Japan	163	249	712	0,4	1,4	7,3
Großbritannien	6 153	1 027	695	14,7	5,8	7,2
Italien	7 377	1 018	386	17,6	5,8	4,0
Schweiz	3 590	275	101	8,5	1,6	1,0
Sonstige Länder	2 250	2 107	211	5,3	12,0	2,2
Insgesamt	41 943	17 625	9 707	100	100	100

Die Elektroausfuhr der UdSSR (Zahlentafel 3) betrug in den letzten beiden Jahren näherungsweise 2 Mill RM, die zu zwei Drittel von den Gruppen elektrische Lampen, Telegraphie und Telephonie, Maschinen bestritten wurden. Über 70 % dieser Ausfuhr werden in der Mongolei, der an die Mongolei angrenzenden Republik Tannu Tuwil und in der Türkei abgesetzt, weitere 10 % in Südamerika.

Zahlentafel 3. UdSSR — Elektro-Ausfuhr nach Warengruppen und Ländern.

Warengruppen	1934		1935		Anteil an der Gesamt-Elektro-Ausfuhr der UdSSR	
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	1934 %	1935 %
Generatoren, Motoren, Transformatoren usw.	132	344	162	343	16,3	17,8
Akkumulatoren u. Elemente	37	86	94	106	4,1	5,5
Kabel u. isol. Drähte	94	221	63	82	10,5	4,2
Schalt-, Sicherheits- u. Verteilungs-Apparate	22	61	63	164	2,9	8,5
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	6	84	19	166	4,0	8,6
ohne Draht	17	572	37	416	27,1	21,5
Elektr. Lampen aller Art (außer Radiolampen)	172	453	201	397	21,5	20,6
Sonstige Waren	78	287	98	257	13,6	13,3
Insgesamt		2108		1931	100	100
Wichtigste Absatzgebiete[3]):						
Mongolei		817		589	38,8	30,5
Türkei		598		582	28,4	30,2
Republik Tannu-Turril		247		237	11,7	12,2
Südamerika		266		196	12,6	10,2
China		22		89	1,0	4,6
Sonstige		158		238	7,5	12,3
Insgesamt		2108		1931	100	100

[2]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1935.
[3]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1935.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München,

der Hauptstadt der Bewegung,
vom 2. bis 4. Juli 1936.

Donnerstag, den 2. Juli 1936.

8 h Jungingenieur-Treffen.
9 h Vorstandssitzung Deutsches Museum.
10 h 30 m Vorstandsratsitzung Deutsches Museum.
14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
20 h Begrüßungsabend, gegeben von der Stadt München im Bürgerbräukeller.

Freitag, den 3. Juli 1936.

10 h Geschäftsitzung (Mitgliederversammlung) Deutsches Museum, Kongreßsaal.
1. Begrüßung,
2. Jahresbericht,
3. Vorträge.

14 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.
20 h Gemeinsames Abendessen Deutsches Museum, Kongreßsaal.

Sonnabend, den 4. Juli 1936.

8 h Besichtigungen nach besonderem Zeitplan.
9 h 45 m Fachberichte Deutsches Museum.

Als besondere Veranstaltung des Gaues Südbayern: Gemeinsamer Ausflug ins Gebirge.

Übersetzungen von VDE-Arbeiten.

Die Verlagsabteilung des VDE hat soeben die folgenden fremdsprachigen Ausgaben von VDE-Bestimmungen herausgebracht, die zu den angegebenen Preisen beim VDE erhältlich sind:

Portugiesisch:

VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.“ (Caderno 1021) . . . . 1,40 RM

VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber, V.E.S. 2“ (Caderno 1022) . . . . 1,40 RM

VDE 0105/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ (mit Beispielen zu schematischen Darstellungen). (Caderno 1013) . . . . . 1,40 RM

VDE 0111/1932 „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber, L.S.G.“ (Caderno 1023) . . . . 0,70 RM

VDE 0125/1932 „Leitsätze für die Berücksichtigung elektrischer Anlagen bei der Ausführung von Bauten.“ (Caderno 1014) . . . . 0,70 RM

Spanisch:

VDE 0105/1932 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ (mit Beispielen zu schematischen Darstellungen). (Cuaderno 2013) . . . . . 1,40 RM

VDE 0125/1932 „Leitsätze für die Berücksichtigung elektrischer Anlagen bei der Ausführung von Bauten“. (Cuaderno 2014) . . . 0,70 RM

Anhang zu
VDE 0418/1932 „Bestimmungen über die Beglaubigung von Elektrizitätszählern.“ (Cuaderno 2010 a) 0,70 RM

Englisch:

Anhang zu
VDE 0418/1932 „Bestimmungen über die Beglaubigung von Elektrizitätszählern“. (Publication 3010 a) 0,70 RM

Die spanischen und englischen Ausgaben von VDE 0418/1932 „Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z.“ (ohne Anhang) sind zum Preise von je 1,40 RM ebenfalls noch lieferbar.

VDE-Mitglieder erhalten bei unmittelbarem Bezug von der Verlagsabteilung des VDE — Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus — einen Preisnachlaß von 10 %; Versandkosten werden berechnet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Auf Grund eines von der VDE-Prüfstelle gegen den Inhaber bzw. Geschäftsführer der Firma W. Jansen & Co., Radevormwald, gestellten Strafantrages wegen mißbräuchlicher Benutzung des VDE-Zeichens hat das Amtsgericht in Remscheid-Lennep am 16. 3. 1936 für Recht erkannt:

„Der Angeklagte wird wegen Vergehens gegen § 14 des Warenzeichengesetzes vom 12. 5. 1894 zu einer Geldstrafe von 50 — fünfzig — RM, im Nichtbeitreibungsfalle für je 5 RM zu einem Tage Gefängnis verurteilt. Die Vernichtung der beschlagnahmten, widerrechtlich mit dem Kennzeichen VDE versehenen Steckdosen und der Werbeschrift wird angeordnet.

Dem Verbande Deutscher Elektrotechniker wird die Befugnis zugesprochen, die Verurteilung auf Kosten des Angeklagten öffentlich bekanntzumachen. Die Kosten des Verfahrens fallen dem Angeklagten zur Last.“

Berlin-Charlottenburg, den 7. 4. 1936.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Der VDE-Prüfstelle liegen Porzellanfassungen vor, welche das Warenzeichen MDG und das Verbandszeichen VDE tragen. Für Fassungen mit diesem Firmenzeichen ist bisher keine Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens erteilt worden; es liegt somit eine unberechtigte Verwendung des Prüfzeichens vor.

Vor dem Ankauf und dem Vertrieb wird hiermit gewarnt und gebeten, der Prüfstelle Nachricht darüber zu geben, wo Porzellanfassungen mit dem oben erwähnten Zeichen festgestellt worden sind.

Berlin-Charlottenburg, den 1. 4. 36.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Gauversammlung

am Dienstag, dem 28. April 1936, 20 h, im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Direktor Ch. Krämer VDE über das Thema: „Spitzenleistungen der Regeltechnik insbesondere der Konstanthaltung einer überwachten Größe".

Inhaltsangabe:

1. Unterteilung der Regelvorgänge in Gruppen, die ohne Pendelungen verlaufen und solche mit Pendelungen bei plötzlichen Belastungsänderungen.
2. Darstellung eines stark intermittierenden Druckregelvorganges in größeren Zwischengrenzen.
3. Eingehen auf die Entstehung von Pendelschwingungen bei Regelung der Drehzahl einer Wasserturbine, sowie der Abhilfe durch Auskehrung und Rückführung.
4. Ähnlichkeit der Grundbedingungen und Anwendung der Erkenntnisse für alle übrigen Regelgebiete, z. B. Spannungsregelung von Generatoren mit Trägreglern und Schnellreglern.
5. Die Elektronenröhren und gittergesteuerten Gleichrichter als trägheitslose Regelorgane. Erzielung höchster Regel-Empfindlichkeit durch Anwendung von Photozellen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat. Die Mitglieder des VDE, der RTA-Vereine und des NSBDT werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich. Kleiderablage frei.

Nachsitzung im Restaurant „Zum Schultheiss am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Fachversammlung

Fachgruppe: „Elektrizitätswerke und Unterwerke".

Fachgruppenleiter: Direktor Dr.-Ing. E. Krohne VDE.

Vortrag des Herrn Generaldirektor G. Warrelmann VDE am Donnerstag, dem 30. April 1936, um 20 h in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Das Boberkraftwerk der Märkischen Elektricitätswerk AG."

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten), statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsbornerstraße 2 III r., Fernruf: C 4 0011, App. 2631.
24. 4. 1936 „Die synthetische Benzingewinnung in Deutschland und ihre elektrischen Erfordernisse" (Vortragender: Dr.-Ing. Göschel).

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz, Wilhelmshagen, Fahlenbergstraße 27, Fernruf: D 4 0011, App. 159.
27. 4. 1936 „Kommutatormaschinen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Krumnow).

Arbeitsgemeinschaft Elektrizitätswerke. Leiter: Dr.-Ing. H. Weißmann, Spandau, Falkenhagener Straße 2, Fernruf: C 1 0011, App. 128.
28. 4. 1936 Eröffnung der neuen Arbeitsgemeinschaft. „Entwicklung, Grundlagen und Stand des Kraftwerkbaus" (Vortragender: Dipl.-Ing. Goercke).

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstraße 6, Fernruf: F 8 0014, App. 184.
29. 4. 1936 Aussprache über Zählereichstationen.

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501, App. 86.
30. 4. 1936 „Meßbrücken für Hochfrequenz" (Vortragender: Dr. Harres).

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E V.

Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Danzig.

Am 20. 1. 1936 sprach Herr Dipl.-Ing. F. Jäger vor dem Gau über „Erhöhte Wirtschaftlichkeit der Lastverteilung durch selbsttätige Frequenz- und Leistungsregelung". Welche Bedeutung dem Begriff des Wirkungsgrades beizumessen ist, erhellt am besten aus der Tatsache, daß der technische Wert jeder Maschine nach der bei ihr erzielbaren Wirtschaftlichkeit ihrer Ausbeute bei der ihr übertragenen Aufgabe beurteilt wird. Bei der Berechnung und Konstruktion der Antriebskraftmaschinen, der Generatoren und Transformatoren, als den wichtigsten Hilfsmitteln der Energieerzeugung findet die Erkenntnis der Bedeutung dieser höchsten Wirtschaftlichkeit ihren Ausdruck in einem ständigen Ringen nach weiterer Steigerung der Ausnutzung der Naturkräfte. Verbesserungen um einige Zehntelprozent werden dabei mit Recht als große Fortschritte bewertet. Neben diesem Bemühen, bei dem sich mehr und mehr die äußersten Grenzen des überhaupt Erreichbaren abzeichnen, bietet bei der Stromversorgung heute noch die Zielsetzung beste Aussichten, aus den von Wasserkräften gewinnbaren und den in Dampfkraftwerken umzusetzenden Energien bei richtiger Verwendung der zur Verfügung stehenden Maschinen ein Höchstmaß der Ausbeute zu erstreben. Planmäßiger Einsatz der einzelnen Maschinengruppen und ständig überwachte Aufteilung der Gesamtbelastung auf die verschiedenen Stromerzeuger sind Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Aufgabe. Die genaue Untersuchung praktischer Beispiele wie auch Erfahrungen aus dem Kraftwerksbetrieb berechtigen zu der Feststellung, daß der Wirkungsgrad der Betriebsführung in vielen, vielleicht gar den meisten Anlagen nur in der Größenordnung von 92 bis 95 % liegt, also um 5 bis 8 % unterhalb der Grenzen, die es zu erreichen gilt. Deswegen ist planmäßige Lastverteilung und strenge Rücksichtnahme auf die Wirtschaftlichkeit bei Festlegung der Einsatzfolge der einzelnen Stromerzeuger eine dringende Empfehlung, die der Energiewirtschaft zum Besten der Allgemeinheit das Geschenk besserer Nutzung sich bietender Möglichkeiten vermitteln kann. Ausgehend von einer Gegenüberstellung der Aufgaben der mechanischen Drehzahlregler mit denen elektrischer Leistungs- und Frequenzregler bei der geordneten Stromerzeugung und Lastverteilung, wurden in dem Vortrag die natürlichen, technischen und wirtschaftlichen Forderungen planvoller Lastverteilung aufgezeigt. Verschiedene im Betrieb gebräuchliche Verfahren der Aufteilung der Gesamtbelastung der Netze auf die einzelnen Kraftwerke und Stromerzeuger wurden erläutert und die bei den einzelnen Verfahren erzielbare Ausbeute mit den Ergebnissen verglichen, die bei Berücksichtigung des Grundgesetzes der besten Lastverteilung erreicht werden können. Technische Hilfsmittel zur Sicherung der größten Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung wurden erläutert.

Gau Ostpreußen.

Vor dem Gau Ostpreußen hielt am 3. 2. Herr Obering. Stark einen Vortrag über „Neuzeitlichen Relaisschutz in Hochspannungsanlagen". Der Vortragende ging auf den bedeutenden Fortschritt ein, der in den letzten Jahren auf diesem Gebiet dadurch erzielt worden ist, daß die fabrikatorische Durchbildung der Relais und die Vereinfachung der Schaltungen zu einer wesentlichen Erhöhung der Arbeitsgenauigkeit der Relais geführt haben. Aufgaben, die bisher nur unvollkommen gelöst werden konnten, wie z. B. die Sicherheit des selektiven Arbeitens bei Staffelzeiten von nur wenigen Zehntelsekunden, die Zuverlässigkeit beim Arbeiten der Richtungsglieder, das sichere Erfassen auch der kleinsten Wattrestströme zur Bestimmung des Erdschlußortes — alle diese Aufgaben und viele andere können heute von den Relais mit einer Vollkommenheit gelöst werden, die weit über die Genauigkeit dessen hinaus geht, was mit Rücksicht auf die übrigen Ungenauigkeiten, die sich etwa aus der Schalterfallzeit, aus der Veränderung des Scheinwiderstandes von Freileitungen mit der wechselnden Temperatur usw. ergeben, überhaupt erreichbar ist. — Im einzelnen wurde berichtet über die drei Arten von Distanzrelais: solche mit stetiger Kennlinie, solche mit gebrochener Kennlinie und solche mit stufenförmiger Kennlinie. — Besonderes Interesse fand die Einrelaisschaltung, bei der nur ein einziges Relais je Leitungsende gebraucht wird, die Sonderschaltung für den Quervergleich bei Doppel-

leitungen und die Verbindung des Schnellimpedanzschutzes mit einem Fernmeldekanal zur Gegenstation (HF-Selektivschutz), der eine beiderseitige Schnellabschaltung der kranken Leitung ermöglicht. Die neueste Schaltung für die selektive Erfassung von Doppelerdschlüssen hat auch auf diesem Gebiet eine einwandfreie Lösung gebracht. Auch der Differentialschutz für Generatoren und Transformatoren hat wesentliche Verbesserungen erfahren. Ferner wurden verschiedene Überstromschutzrelais, die in der letzten Zeit hinsichtlich ihres Eigenverbrauches, der thermischen und dynamischen Festigkeit, sowie der Zeitgenauigkeit Verbesserungen erfahren haben, gezeigt.

In der anschließenden Aussprache wurde geschildert, welche Maßnahmen das Ostpreußenwerk für die Entwicklung seines Freileitungsschutzes getroffen hat. Seit einem Jahr ist ein 60 kV-Ring und ein umfangreicher 15 kV-Ring mit einem neuen Schnellimpedanzschutz ausgerüstet. Die bisher vorliegenden Erfahrungen sind gute. Das Ostpreußenwerk erhofft mit dem neuen Schutz die Abschaltzeiten von Kurzschlüssen in den Freileitungsnetzen durchweg unter 1 s zu bringen.

Gau Südbaden.

Am 24. 1. 1936 sprach Herr Dr.-Ing. von Mangoldt VDE über „Neue Aufgaben und ihre Lösung in der Niederspannungsversorgung". Der Niederspannungsverbrauch hat eine stetige Zunahme durch Elektrowärmebelastung zu verzeichnen. Hierdurch werden hauptsächlich die Niederspannungsnetze betroffen, während die Hochspannungs- und Kraftanlagen infolge des weitgehenden Belastungsausgleiches zwischen Niederspannungsabsatz und Industrieabsatz nur unerheblich mehr beansprucht werden. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß rd. 30% der gesamten Anlagenkosten einer Stromverteilung auf die Niederspannungsversorgung entfallen, erkennt man, wie wichtig es ist, gerade für diese Anlagenteile einen einfachen, übersichtlichen und wirtschaftlichen Aufbau durchzuführen. Dabei kommt es vor allem darauf an, daß die gewählte Netzform in erster Linie folgende Bedingungen erfüllt: Leichte Anpassungsfähigkeit an steigende Belastungsdichte, einfache und doch unbedingt betriebssichere Ausführung der Netzstationen, vollkommener Belastungsausgleich auf der Niederspannungsseite zwecks guter Spannungshaltung und unbedingter Sicherstellung der Stromversorgung. Den aufgeführten Bedingungen können die bisher benutzten Verteilungssysteme mit offenen Niederspannungsnetzen in Innenstädten nicht mehr gerecht werden, und es wurde deshalb eine neue Netzform durchgebildet, die grundsätzlich auf dem Belastungsausgleich auf der Niederspannungsseite beruht. Sämtliche Niederspannungskabel werden über selektive Sicherungen vollkommen untereinander vermascht. Neben der Erzielung eines niederspannungsseitigen Belastungsausgleichs, der eine ausgezeichnete Spannungshaltung und eine gute Ausnutzung aller Anlageteile gewährleistet, liegt der Vorteil des Maschennetzes vor allem auch in dem sehr einfachen Aufbau der Hochspannungsversorgung und der Netzstationen, die dadurch ermöglicht wird, daß sämtliche Transformatorenstationen des vermaschten Versorgungsgebietes in Störungsfällen gegenseitig als Reserve einspringen können. Infolgedessen ist es möglich, jede Netzstation nur mit einem Transformator zu versehen und die einzelnen Stationen an die verschiedenen ins Versorgungsgebiet führenden Hochspannungskabel nur mit Lasttrennschalter anzuschließen. Lediglich auf der Niederspannungsseite der Transformatorenstationen werden sogenannte Maschennetzschalter eingebaut, die auslösen, sobald bei einem Hochspannungsfehler Rückströme vom Maschennetz in die Hochspannungsversorgung auftreten. Die Hauptelemente des Maschennetzsystemes, selektive Sicherungen und Maschennetzschalter, wurden an mehreren Ausführungsbeispielen eingehend behandelt. Ebenso wurde der einfache Aufbau der Stationen an Hand von ausgeführten Anlagen erläutert. Untersuchungen an bisher ausgeführten Maschennetzen haben gezeigt, daß das Kabelnetz in seinen Querschnitten bei Vollvermaschung nicht stärker als bei offenen Netzanordnungen ausgeführt zu werden braucht. Ebenso ist in den ausgeführten Maschennetzen die installierte Transformatorenleistung nicht größer als die in offenen Netzanordnungen. Demgegenüber werden aber erhebliche Kosten beim Bau der einfacheren Maschennetzstationen eingespart, so daß das Maschennetz nicht nur technisch leistungsfähiger ist hinsichtlich Einhaltung geringer Spannungsabfälle, Aufnahme konzentrierter Belastungen, Anpassungsfähigkeit an steigende Belastungsdichten, Ausnutzung der installierten Transformatorenleistung, sondern auch wirtschaftlich den übrigen Netzformen überlegen ist. In Vorstadtbezirken und Stadtrandsiedelungen kann man dagegen keine Vermaschung des Niederspannungsnetzes mehr vornehmen, wenn die Straßenzüge zu weit auseinanderlaufen. Für solche weitläufigen Versorgungsgebiete bleibt die Ringkabelversorgung die beste Lösung, bei der der Hochspannungsring normalerweise offen betrieben wird und die zwischen den einzelnen Transformatorenstationen liegenden Kabelabschnitte durch Trennschalter abschaltbar sind. Auch hier kommt es auf möglichst einfache Bauformen der Netzstationen an, für die der Vortragende ausgeführte Beispiele zeigte.

Gau Südsachsen.

Stützpunkt Annaberg.

Über elektrische Sicherungseinrichtungen an Stanzen, Pressen und ähnlichen Werkzeugmaschinen sprach am 11. 11. 35 Herr Dipl.-Ing. Breetz. Oberster Grundsatz für Konstruktion und Wirkungsweise jeder Arbeitsmaschine ist die unbedingte Sicherheit des Bedienenden als Erfüllung der selbstverständlichen Forderung nach Erhaltung der schaffenden Arbeitskraft. Gegenüber den bisher üblichen, rein mechanisch arbeitenden Schutzmaßnahmen, wie Zweihandbetätigung an Pressen und Stanzen, Einhandbetätigung mit beweglichem Schutzkorb, bieten die elektrisch arbeitenden Schutzeinrichtungen eine viel größere und vielseitigere Anwendungsmöglichkeit. Die in Deutschland noch in den Anfängen steckende Photozellensicherung setzt im Augenblick die Maschine still, wenn eine Hand oder irgendein Gegenstand sich dem in Arbeit befindlichen Werkstück zu nähern versucht. In zahlreichen Lichtbildern zeigte Herr Breetz die vielfachen Anordnungen elektrischer Sicherungseinrichtungen, die dazu dienen, Betriebsunfälle nach menschlichem Ermessen vollkommen auszuschalten. Ein neu konstruiertes Hilfsgerät, das „Eldro", das elektrohydraulisch wirkend ein weiches Einkuppeln von Arbeitsmaschinen ermöglicht, wurde auch im Original vorgeführt.

Am 16. 12. 1935 sprach vor dem Gau Herr Obering. Büttner über „Neuzeitliche Meßmittel im Austauschbau. Die neuzeitliche Fertigung verlangt zur Erzielung höchster Güte immer größere Genauigkeit in der Bearbeitung und immer engere Eingrenzung der Toleranzen. Hier helfen optische Meßgeräte, die mit objektiver Genauigkeit die Maßhaltigkeit von serienmäßig hergestellten Werkstücken bis zu $^{8}/_{100\,000}$ mm feststellen können. Die Anwendung und Vorteile der optischen Meßgeräte — mit mechanischen Meßmitteln lassen sich Meßergebnisse solcher Genauigkeit niemals erzielen — wurden schließlich für die serienmäßige Herstellung von Gewinden, Schnecken, Zahnrädern, Kegelrädern usw. gezeigt. Die Gleichmäßigkeit der Bearbeitungspräzision gestattet das wechselseitige Austauschen von Maschineneinzelteilen ohne besondere Einpassungsarbeiten.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 28. 4. (Di), Saal der Technik: „Jungingenieurabend".

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 24. 4. (Fr), 20 h, T. H.: „Hochspannungs-Schmelzsicherungen für große Nennstromstärke und hohe Spannungen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Lohausen.

Gau Niedersachsen, Hannover. 28. 4. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Das deutsche Fernschreibnetz für Teilnehmerverkehr" (m. Vorführ.). Postrat Stahl VDE.

Gau Hansa, Hamburg. 29. 4. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranst.: „Erzeugung, Fortpflanzung und Anwendungsgebiet der kurzen Wellen" (m. Lichtb.). Dr. Moser.

Gau Oberschlesien, Hindenburg. 28. 4. (Di), 17 h, Donnersmarckhütte: „Neuerungen bei elektrischen Ausrüstungen von Nahfördermaschinen, Kränen, Aufzügen und stetigen Förderern". Dir. Schiebeler VDE.

Gau Ruhr-Lippe, Mülheim-Ruhr. 29. 4. (Mi), 14 h 30 m: „Besichtigung der Turbinenfabrik der SSW". Anschließend 18. Gauversammlung.

Gau Saar, Saarbrücken. 24. 4. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Elektrizität als heimischer Treibstoff" (m. Lichtb. u. Film). Dipl.-Ing. Rud. Winckler VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Aloys Höchtl †.

Am 6. April 1936 ist nach dreitägiger Krankheit, einer Lungenentzündung infolge einer Infektion, der Städt. Oberbaurat i. R. Aloys Höchtl im Alter von 68 Jahren unerwartet in München aus dem Leben geschieden. Sein

Phot.: Herm. Plappert, München

Aloys Höchtl †.

Wirken bei den Städt. Elektrizitätswerken München, dem Verband Deutscher Elektrotechniker und vielen anderen Vereinigungen gewann dem Verblichenen in weiten Kreisen hervorragenden Ruf.

Für München begann seine Tätigkeit im Jahre 1886, als er in seiner Anfangsstellung bei der elektrotechnischen Fabrik Einstein & Co. die erste Münchner elektrische Beleuchtung, nämlich die des Oktoberfestplatzes, mit 18 Bogenlampen herstellte und damit den Anfang machte zu der im Laufe der Jahre von ihm zu einer strahlenden Lichtfülle gesteigerten Festwiesenbeleuchtung. Wenige Jahre nach seinem Eintritt (1894) in die Dienste der Städt. Elektrizitätswerke München begründete er dort unter Baurat Uppenborn die Münchner Inspektion für Starkstromanlagen, an deren Spitze er im Jahre 1897 zum Inspektor ernannt wurde. Im vorausgehenden Jahre schuf er die Münchner ortspolizeilichen Vorschriften für Ausführung, Prüfung und Überwachung von elektrischen Starkstromanlagen und 1898 die Münchner Anschlußvorschriften. Unermüdliche Arbeitskraft und sachliche Tüchtigkeit führten ihn im Laufe seiner 37jährigen Dienstzeit zu raschem Aufstieg, schließlich bis zum Städt. Oberbaurat. Es war Höchtls Verdienst, daß das Prüfungswesen für Anschlußanlagen in München so ausgestaltet wurde, daß die Installateure es an Sicherheitsmaßnahmen gegen Gefährdung von Menschenleben und Sachwerten soweit möglich nicht fehlen ließen. Dem ganzen Installationswesen, insbesondere der Rohrverlegung und den Schmelzsicherungen, verhalf hierbei Höchtl zu dem erzielten Fortschritt. Hervorgehoben seien die unter seiner Leitung entstandenen elektrischen Anlagen der Münchner städtischen Bauten, so auch die elektromedizinischen Einrichtungen in den Krankenhäusern, die Fernsprechanlagen des Rathauses und der übrigen Ämter, die Einrichtung des elektrischen Glockenspiels auf dem Münchner Rathausturm und nicht zuletzt seine Wirksamkeit in bezug auf den Bau von Antennen. Seiner Tätigkeit verdankt München viel auf beleuchtungstechnischem Gebiet, insbesondere die Ausgestaltung der Schaufensterbeleuchtung, wobei es Höchtl verstand, die in anderen Städten vielfach als unschön auffallende schreiende Reklamebeleuchtung zu verhindern.

Hervorragende Begabung zeigte Höchtl stets auch für das Ausstellungswesen, so gelegentlich der Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung 1898 im Münchner Glaspalast. Er betätigte sich auch bei der großen elektrotechnischen Ausstellung 1911 und bei der Verkehrsausstellung 1925. Mit besonderem persönlichem Eifer widmete er sich der Münchner Ausstellung „Heim und Technik" im Jahre 1928.

An dieser Stelle verdient daher seine langjährige fruchtbringende Tätigkeit im Ausschuß für Errichtungsvorschriften elektrischer Starkstromanlagen des VDE hervorgehoben zu werden. In dieser Tätigkeit und ebenso in seiner Eigenschaft als langjähriger Vorsitzender der Kommission für Installationsmaterial und anderer Ausschüsse hatte er starken Einfluß auf Durchbildung und Bau von Installationsmaterial, wobei er oft bahnbrechend wirkte. Dem starken Einfluß Höchtls ist es mit zu danken, daß die nach dem Kriege dringend notwendig gewordene Schaffung neuer Konstruktions- und Prüfungsvorschriften für Installationsmaterial stärkstens gefördert wurde, und seiner eifrigen Mitarbeit, gestützt auf reiche, auch die kleinsten Einzelheiten dieses Gebietes erfassende Erfahrungen, ist zum großen Teil das gute Gelingen genannter Vorschriften zuzuschreiben.

Höchtl besaß eine meisterhafte Fähigkeit, Verhandlungen zu führen, verbunden mit scharfer Urteilskraft und großer Schlagfertigkeit, die in vielen Fällen allein einen befriedigenden Abschluß herbeiführten, wenn eine Aussprache über schwierige Fragen zu heftigem Widerstreit gegenteiliger Ansichten geführt hatte. Wegen seiner vielseitigen Mitwirkung an den Verbandsarbeiten und im Hinblick auf seine umfangreichen Erfahrungen wurde Höchtl im Jahre 1926 vom VDE auch zur Tagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission nach New York abgeordnet. Zu alledem war Höchtl auch für die Vereinigung der Elektrizitätswerke, der jetzigen Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, und den Verband Bayerischer Elektrizitätswerke ein unentbehrlicher Mitarbeiter.

Aber nicht nur für ernste Arbeit hatte Höchtl Sinn und Begabung, sondern auch zu fröhlichen Festlichkeiten, so für Jahresversammlungen des VDE, der Vereinigung der Elektrizitätswerke, des Elektrotechnischen Vereins München u. a. m. Solche Veranstaltungen wurden von ihm in mustergültiger Weise, soweit sie in München stattfanden, bis ins kleinste hinein vorbereitet und glänzend durchgeführt, so daß sie stets allgemeine Anerkennung fanden und den Teilnehmern noch jetzt in angenehmster Erinnerung sind. Unvergeßlich sind allen seine temperamentvollen Festreden; war er doch ein Meister der Rede in seltener Art.

Im Jahre 1931 trat Oberbaurat Höchtl nach fast 40-jähriger Diensttätigkeit in den Ruhestand. Seine Lebensarbeit für die Stadt München fand bei dieser Gelegenheit ehrenvolle Anerkennung; zugleich brachten ihm seine Mitarbeiter in warmen Worten Beweise großer Dankbarkeit und Anhänglichkeit.

Auch im Ruhestand widmete der nun von uns Gegangene bei jeder Gelegenheit seine wertvolle Mithilfe, so namentlich dem Münchner Elektrotechnischen Verein, dem jetzigen Gau Südbayern, dem er 30 Jahre als Schriftführer im Vorstand angehörte.

Nun ist, schmerzlich für alle, seinem reichen Leben durch den Tod ein Ende bereitet. Lange Zeit wird vergehen müssen, um die entstandene Lücke einigermaßen zu schließen. Höchtls natürliche urbayerische Art, seine wahrhaft große Persönlichkeit, sein zu tatkräftiger Hilfe stets bereites Wesen und nicht zuletzt sein urwüchsiger Humor machten ihn zu einem der markantesten Männer seiner Zeit und erwarben ihm weit über seine Fachwelt hinaus eine große Schar treuer Freunde und Verehrer. Sie werden ihm für immer ein gutes Gedenken bewahren.

Cl. Paulus.

W. Kohlrausch †. — Am 14. 4. ist in Hannover der Geh. Regierungsrat Dr.-Ing. E. h. Prof. Dr. Wilhelm Kohlrausch gestorben; wir behalten uns vor, seine Verdienste in einem besonderen Nachruf zu würdigen.

H. Krieger. — Am 25. 4. feiert Herr Hugo Krieger, Inhaber der Firma Hugo Krieger & Faudt, Berlin, seinen 70. Geburtstag. Herr Krieger, der ursprünglich das Buchdruckerhandwerk gelernt hatte, wandte sich 1890 der Elektrotechnik zu. 1896 gründete er ein eigenes Unternehmen, das am 1. 7. d. J. also 40jähriges Jubiläum feiern wird, und pflegte besonders die Ausfuhr elektrotechnischer und anderer technischer Güter nach Rußland. Der Krieg zwang auch Herrn Krieger zu einer Umstellung, und sein Werk stellt heute vornehmlich Batterien, Elemente, Heizkörper, Leuchten u. dgl. her. Den Elektrotechnikern ist Herr Krieger überdies durch seine Bearbeitung des „Hilfsbuches für Elektropraktiker“ bekannt geworden. Seine Fachgenossen und die Gefolgschaft seines Werkes schätzen ihn um seines lauteren, geradsinnigen Charakters und seiner Hilfsbereitschaft willen.

H. Krieger.

Auszeichnungen. — Die höchste Ehrung des American Institute of Electrical Engineers, die Edison-Medaille, wurde für 1935 Herrn Dr. Lewis B. Stillwell verliehen. Dr. Stillwell hat als Westinghouse-Ingenieur am Bau der ersten größeren Kraftwerke und Verteilungsanlagen, z. B. auch des Niagara-Werkes, gestaltend teilgenommen; als beratender Ingenieur widmete er sich später besonders den elektrischen Schnellbahnen, und viele bekannte Linien in Amerika sind unter seiner Mitwirkung entstanden.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Elektrotechnische Bauzeiten. Grundlagen für die Vorkalkulation der Montagekosten bei Anfertigung v. Kostenanschlägen f. el. Anl. Für Schule u. Praxis. Von Ing. O. Graf. 3. Aufl. Mit 47 S. im Format A 5. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1936. Preis kart. 1,80 RM.

Das Buch wurde früher vom Reichsverband des deutschen Elektro-Installateurgewerbes vertrieben, nachdem aber die neuen Richtlinien für den Reichsverband des deutschen Handwerks die Herausgabe von Kalkulationszeiten durch die Innungen nicht mehr gestatten, ist jetzt die 3. Auflage im freien Buchhandel erschienen. Das ursprünglich nur für Fachleute bestimmte Buch ist diesmal auch für Schüler und Anfänger gedacht. Der erste Teil der Schrift befaßt sich mit den Montagekosten, vor allen Dingen mit der Bauzeit und deren Abhängigkeit von den verschiedensten Faktoren. So wird gezeigt, daß die Bauzeit nicht gleichbedeutend ist mit Montagezeit, sondern stets größer als diese. Die Frage, wie die Bauzeiten abhängig sind von der Materialmenge einer elektrischen Anlage und wie sie sich durch verschiedene Umstände und örtliche Verhältnisse ändern können, wird eingehend mit Zahlenangaben über etwaige Zuschläge oder Abschläge erläutert. Der Begriff der „Hilfsarbeiten“ wird festgelegt, Montagedauer und Montagekosten werden behandelt und Beispiele für Kostenanschläge gegeben. Der zweite Abschnitt enthält Angaben über die Baustunden für alle gebräuchlichen Installationsarbeiten nebst Hilfsarbeiten, und zwar für Innenleitungen, Beleuchtungskörper, Freileitungen, Kabelleitungen, Schwachstromleitungen und -apparate. Die Zeiten sind für einen Monteur mit Hilfsarbeiter angegeben, normale Verhältnisse vorausgesetzt. Der nächste Abschnitt befaßt sich mit den normalen Aufbauzeiten von Maschinen, Transformatoren und Apparaten, der letzte Abschnitt mit solchen für Schaltanlagen, und zwar Schalttafeln, Schaltstationen und Transformatorenstationen. Das Buch bietet besonders dem Fachmann, der nicht gerade Spezialist auf dem Gebiete des Montagewesens ist, sehr wertvolle Hinweise für die Praxis, aber auch der Anfänger und Schüler wird manches darin finden, was ihm zur Einführung in das etwas schwankende Kapitel der Montagedauer und Montagekosten behilflich ist. Da dem Verfasser Anregungen für Verbesserungen erwünscht sind, sei vorgeschlagen, bei der nächsten Auflage die Ausdrücke „à“ und „ca.“ durch „je“ und „etwa“ zu ersetzen. Die Ausführung und Anordnung des Buches ist sehr gut und übersichtlich. E. Schupp VDE.

Die Technik des Kühlschrankes. Von Obering. P. Scholl. 2., verb. Aufl. Mit 51 Abb. i. Text u. IV, 76 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 2,80 RM.

Der Verfasser hat sich das Ziel gesetzt, dem Nichtfachmanne ein Werk in die Hand zu geben, aus dem er alles Wissenswerte über Elektrokühlschränke entnehmen kann, ohne mit Überflüssigem belastet zu werden. Zur Erklärung der Wirkungsweise der Kältemaschinen wird im Eingangskapitel in gemeinverständlicher Form über die „Physikalischen Grundlagen“ der Kälteerzeugung gesprochen, ohne daß die für den Laien oft störende Theorie spürbar wird. Die verschiedenen Arten der Kälteerzeugung, von denen die durch Verdampfung die häufigste ist, werden in ihrer Wirkungsweise eingehend behandelt. Den Hauptteil des Buches bilden die Kapitel über die technische Durchbildung der Kompressions- und Absorptionskältemaschinen und über besondere Ausführungsformen. In diesem letzten Abschnitt werden alle bekannten Fabrikate betrachtet und ihre wesentlichen Merkmale gekennzeichnet. Ein Kapitel über allgemeine Gesichtspunkte der Nahrungsmittelkühlung gibt Anweisung über Behandlung und zweckmäßige Anordnung des Kühlgutes in den verschiedenen Schränken.

Diese „Zweite Auflage“ hat gegenüber der ersten einige beachtliche Erweiterungen erfahren.

A. Wiese.

Mercury arc rectifier practice. Von F. Ch. Orchard. Mit 105 Abb., XI u. 224 S. im Format A 5. Verlag Chapman & Hall, London, 1935. Preis geb. 15 sh.

Die Aufgabe, ein Buch über die Praxis der Quecksilberdampf-Gleichrichter zu schreiben, läßt sich auf zweierlei Weise auffassen. Einmal kann man diese Aufgabe darin sehen, Angaben für die Bemessung und für die konstruktive Gestaltung der Gleichrichtergefäße zu entwickeln, das andere Mal kann man die Absicht verfolgen, die Betriebseigenschaften von Gleichrichteranlagen darzustellen und Bedienungsanweisungen daraus abzuleiten. In letzterer Absicht ist offenbar das vorliegende Werk geschrieben worden, das einen übersichtlichen und klaren Eindruck macht.

Das Buch beginnt mit einer sehr kurzen Einleitung über die grundsätzliche Arbeitsweise einer Gleichrichteranordnung und über die Haupteigenschaften der wichtigsten Transformatorenschaltungen. Hier wäre es wohl besser gewesen, die nichtssagenden Andeutungen von Formeln ganz wegzulassen. Das zweite Kapitel bringt eine übersichtliche kurze Darstellung der Gefäßkonstruktionen sowie der Nebenapparate und ihrer Schaltungen bzw. ihrer Automatik, wobei indessen nur die englischen Gleichrichterfirmen (insbesondere die British Thomson-Houston Co., die British General Electric Co., die Hewittic Electric Co. u. a.) Berücksichtigung gefunden haben. Diese durch das ganze Buch gehende Tendenz ist leider auffallend und stellt ein Hindernis, den allgemeinen Stand der Technik zu erfahren. Das dritte und vierte Kapitel befaßt sich alsdann mit der Beschreibung von Gleichrichterstationen und der Errichtung der Gefäße und der übrigen Bestand-

teile einer Anlage, wobei die Darstellung durch wenige gut ausgesuchte Abbildungen illustriert wird. Mit den zwei nächsten Kapiteln, in denen Angaben über die Prüfung und über die Inbetriebsetzung und Unterhaltung von Anlagen gemacht werden, findet die Darstellung der ungesteuerten Gleichrichter ihren Abschluß. Als Ergänzung werden alsdann in einem folgenden Kapitel noch Angaben über das Prinzip der Gittersteuerung der Anoden und ihre Anwendung zur Gleichspannungsregelung, zur Ermöglichung von Wechselrichterbetrieb und zur Frequenzwandlung gemacht.

Im ganzen kann man sagen, daß die kurze, in allen Teilen auf das betrieblich Wesentliche gerichtete Darstellung das Buch als eine nützliche Ergänzung des Fachschrifttums erscheinen läßt. Kurt Müller-Lübeck.

Der Mikrosender. Ausführl. Bauanleitung. Von Ing. O. Kappelmayer. 3. verbess. Aufl. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 47.) Mit 16 Abb. u. 28 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof. Preis geh. 1,20 RM.

Daß bereits die dritte Auflage erscheinen konnte, ist ein Zeichen des hohen Interesses, das der Selbstbau eines Taschensenders bei den deutschen Funkfreunden findet. Jeder, den eine sportliche Betätigung ins Freie führt, hat schließlich schon einmal den Wunsch gehabt, durch einen kleinen Sender mit der übrigen Welt in Verbindung treten zu können, sei es beim Wehrsport, beim Bergsteigen, auf Wasserfahrten oder ähnlichem. Das Heft gibt eine erschöpfende Auskunft über alle Fragen des Baues und Betriebes sowie der Schwierigkeiten und Störungen. Das Wesentliche an dem Senderchen ist der Ersatz der schweren Anodenbatterie durch einen von der Heizbatterie gespeisten Summer, dessen Sekundärspannung 100 bis 200 V beträgt. Die Morsezeichen sind mit der Summerfrequenz moduliert. Das Gerät wiegt etwa 0,5 kg und hat bei einer Wellenlänge von 125 m unter günstigen Verhältnissen eine Reichweite von 10 km. Ein dazu passender Empfänger in Negadynschaltung wird auch beschrieben. Karl Mühlbrett VDE.

Fernseh-Fibel. Eine volkstümliche Darstellung. Von Ing. J. Winckelmann. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 68.) Mit 36 Abb. u. 48 S. im Format 140 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis kart. 1,50 RM.

Der Verfasser brauchte im Vorwort nicht zu betonen, daß er kein Lehrbuch habe schreiben wollen: Das merkt man beim Lesen sehr bald. In kurzen Zügen, durch Bilder wirksam unterstützt, schildert er zunächst die Vorgänge auf der Sendeseite, die Zerlegung des fernzusehenden Bildes durch Abtastung in Bildpunkte und die Notwendigkeit der schnellen Bildfolge, beides verwirklicht durch die Lochscheibe von Nipkow. Es folgt die Aufnahme der Lichtpunkte durch die Photozelle und die Umwandlung in elektrischen Strom, der den Bildsender steuert. Warum man hier mit sehr kurzen Wellen arbeiten muß, bleibt unklar. Der Fernsehempfang wird zunächst an der Flächenglimmlampe erklärt und schließlich an der Braunschen Röhre weiter entwickelt, die als Ikonoskop nunmehr beginnt, auf der Sendeseite die Lochscheibe zu verdrängen. Den Schluß bilden Beschreibungen ausgeführter Fernsehempfänger, auch solcher mit ferngesteuerten Glühlampen, und das gleichzeitige Fernsprechen mit Fernsehen des Partners. Das Büchlein gibt einen Überblick und eignet sich für die erste Einführung. Die Spitzen gegen die Atomphysiker könnten ruhig wegbleiben, denn diese werden sich mit dem Büchlein bestimmt nicht abgeben. Karl Mühlbrett VDE.

Kultur und Technik. Ein Beitrag zur Philosophie der Technik. Von Dipl.-Ing. C. Weihe. Mit 137 S. im Format 160 × 240 mm. Kommissionsverlag der Helingschen Verlagsanstalt, Leipzig 1935. Preis geh. 4,80 RM.

Der Begriff Kultur wird zunächst ausführlich auf Grund der geschichtlichen Entwicklung klargelegt und dabei auf die philosophischen Werke Spenglers, Nietzsches, Chamberlains, Fords u. a. eingegangen. Unter Kultur werden meistens nur die inneren Errungenschaften der Menschheit an Geist, Gemüt, Religion, Kunst und Wissen verstanden, während die äußere Betätigung, die Lebensführung, die Benutzung der von der Natur gegebenen Dinge und ihre Umwandlung und Nutzbarmachung nicht dazu gerechnet werden. Die Betätigung des Menschen ist aber mannigfacher Art, und immer treten geistige, seelische und körperliche Kräfte zu gemeinschaftlicher Arbeit zusammen. So erscheint es auch angebracht, die Kultur des Menschen an der Betätigung aller seiner Kräfte zu bewerten, mag auch im einzelnen Fall der Anteil der einzelnen Kräfte an der Gesamtleistung verschieden sein. Eine Überbewertung einer Kraft, sei es der seelischen oder der physischen oder der geistigen, führt, wie die Geschichte zeigt, zur Störung der Harmonie und zum Zerfall der Kultur. Zu einer Vollkultur gehört ein harmonisches Zusammenwirken aller im Menschen schlummernden Kräfte, es gehören also dazu die Geistesarbeit mit Wissenschaft, Philosophie und Staatsführung, die Seelenarbeit mit Ethik, Religion und Kunst und auch die Wirtschaftsarbeit mit Industrie, Verkehr, Handel, Gewerbe und Landbau. Die Geschichte der Kultur ist mit der der Technik eng verbunden. Die Benutzung des Werkzeugs trennt den Menschen vom Tier. Sie ermöglicht ihm Zeitgewinn zur Betätigung auf künstlerischen und geistigen Gebieten. Somit wird Technik zur Befreierin von der Natur. Technik ist menschliche bewußtgewollte Tätigkeit zur Umwandlung der Rohstoffe der Natur. Der Schritt vom Zweck einer Umgestaltung zur Zweckform ist rein geistige Arbeit. Sie ist in der Technik das Primäre, dem die körperliche Arbeit untergeordnet ist. Die Geistesarbeit in der Technik erfordert anschauliches Denken, das im Gegensatz zum abstrakten Denken steht. Das anschauliche Vorstellen der Gegenstände und ihres Zusammenwirkens stellt den so denkenden Menschen auf den Boden der Tatsachen und schließt Irrtümer aus. Da gerade der Ingenieur diese Art des Denkens pflegt, hat er damit die Pflicht, diese Fähigkeiten seinem Volk nicht nur bei rein technischen Tätigkeiten zur Verfügung zu stellen, sondern auch bei der Führung des Staates und der Betriebe.

Das sehr interessante Buch, das jedem Ingenieur zu empfehlen ist, weil es die Begriffe klärt und der Technik den gebührenden Platz in der Kultur des Menschen zuweist, schließt mit einer knappen Zusammenfassung der Entwicklung der deutschen Technik von der Zeit des Zusammentreffens der Germanen mit den Römern bis zur Jetztzeit. Gerhard Stein VDE.

Eingänge.

Bücher.

DIN-Taschenbuch 10. Schrauben — Muttern und Zubehör. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 248 S. im Format A 5. Beuth-Verlag, Berlin 1936. Preis kart. 15,50 RM. (Besprechung folgt.)

Veranstaltungen anderer Vereine.

Jubiläumsausschuß der Technischen Hochschule Darmstadt.

Festfolge des Hochschuljubiläums:

27. 5. (Mi), nachm.: Kleine Besichtigungsfahrten und Ausflüge.
16 h 30 m: Hauptversammlung der Vereinigung von Freunden der T. H. Darmstadt e. V. (Ernst-Ludwigs-Hochschulgesellschaft).
20 h: Festabend in der Städtischen Festhalle.

28. 5. (Do), 10 h 30 m: Feierstunde der T. H.
13 h 30 m: Festessen im Städtischen Saalbau.
nachm.: Führungen durch Hochschulinstitute mit kurzen Vorträgen; Ausstellungen. — Kleine Besichtigungs- und Ausflugsfahrten.
20 h 15 m: Sommerfest im Schloßhof.

29. 5. (Fr): Rheinfahrt der Technischen Hochschule.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 17. April 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 30. April 1936 | Heft 18

Über einen magnetischen Netzspannungsregler.

Von R. Greiner, Berlin.

621. 316. 722 : 621. 318. 423

Übersicht. Zum Ausgleich von Netzspannungsschwankungen hat sich ein magnetisches Regelverfahren als besonders geeignet erwiesen, bei dem als Steuerglied eine gesättigte Drossel verwendet wird. Die Regelanordnung und der Aufbau einer Reihe solcher Regler (Spannungsgleichhalter) für 10 bis 250 VA wird beschrieben und über die Eigenschaften der Geräte berichtet*).

Viele stromverbrauchende Geräte arbeiten nur dann einwandfrei, wenn sie mit einer genau auf einem vorgeschriebenen Wert konstant gehaltenen Speisespannung versorgt werden. Bei anderen muß die Speisespannung wenigstens über eine kürzere oder längere Zeitspanne konstant bleiben, nachdem ihr absoluter Wert von Hand eingestellt ist. Derartige hochwertige und empfindliche Geräte benutzt z. B. die Nachrichten-, Meß- und Überwachungstechnik. Sie werden auch heute noch großenteils aus Batterien gespeist, weil bei der Speisung von Gleichstromverbrauchern aus den öffentlichen Wechselspannungsnetzen mit Spannungsschwankungen von etwa ± 15 % der Nennspannung zu rechnen ist. Um auch für solche Geräte die großen Vorteile der Netzversorgung nutzbar zu machen, wurden Regeleinrichtungen entwickelt, die diese Spannungsschwankungen selbsttätig in sehr wirtschaftlicher Weise ausgleichen.

Als besonders vorteilhaft hat sich bei der Lösung dieser Aufgabe ein magnetisches Regelverfahren erwiesen, das bei vielen neueren Netzanschlußgeräten, insbesondere für Verstärker, angewandt wird und diese mit einem geringen Mehraufwand in einem sehr weiten Bereich gegen Schwankungen der Netzspannung unempfindlich macht. Dabei wird der gewöhnlich ohnehin erforderliche Netztransformator zugleich als Regelglied ausgebildet. Anderseits wurde ein besonderer Vorsatzregler geschaffen für empfindliche Wechselstromverbraucher oder für bereits vorhandene Netzanschlußgeräte, die erst nachträglich mit einer Regeleinrichtung versehen werden sollen oder für die erst von Fall zu Fall entschieden werden soll, ob eine Regelung nötig ist. In dem Netzspannungsbereich von etwa 175 bis 250 V hält dieser magnetische Regler die Spannung am Verbraucher auf 220 V konstant mit einer betriebsmäßigen Abweichung von weniger als ± 1 %, und zwar sowohl bei fester als auch bei veränderlicher Last, wenn diese eine reine Wirklast ist. Die Ausgangsleistung dieser Vorsatzregler ist gestaffelt von 10 VA bis 250 VA.

R e g e l v e r f a h r e n. In der Regelschaltung wird als Steuerglied eine gesättigte Eisendrossel verwendet. Dieses Verfahren ist bereits seit langem bekannt; es ist aber erst in letzter Zeit so weit durchgebildet worden, daß es allgemein angewandt werden kann. Entsprechend dem Verlauf der Magnetisierungskurve des Eisens ändert sich bekanntlich der von der Drossel aufgenommene Blindstrom im Sättigungsgebiet bei kleinen Änderungen der Spannung sehr stark. Diese Tatsache wird in den verschiedensten Schaltungen zur Spannungsregelung ausgenutzt[1]). Besonders eignet sich eine Schaltung nach Abb. 1, bei der in einem Querzweig eine gesättigte Drossel mit Parallelkondensator und im Längszweig eine Luftspaltdrossel mit Kompensationswicklung verwendet werden. Die Schaltung

Abb. 1. Regelanordnung.

ist so bemessen, daß sich bei Änderung der Eingangsspannung U_1 die übrigen Teilspannungen nur wenig dem Betrage nach, sehr stark aber in ihrer Phasenlage zueinander ändern derart, daß die geometrische Summe der

Abb. 2. Strom-Spannungs-Kennlinie des Steuerkreises der Regelanordnung.

Querspannung U_2 und der Kompensationsspannung ΔU_2 als Verbraucherspannung U_3 konstant bleibt. Die Phase wird gesteuert durch den Blindstrom I_B des Querkreises, der sich mit dem Verbraucherstrom I_V zu dem Netzstrom I_N zusammensetzt. Damit sich der Blindstrom I_B bei klei-

*) Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium der Siemens & Halske AG.

[1]) W. G e y g e r, Arch. techn. Mess. (1934) I 062—7; (1934) I 062—8. — E. F r i e d l ä n d e r, Siemens-Z. 15 (1935) S. 177.

nen Änderungen der Querspannung U_2 stark ändert, so daß sich die Spannungen um große Winkel drehen, wird die Kennlinie der Querdrossel L durch einen parallelgeschalteten Kondensator C verlagert, wie aus der Abb. 2 zu ersehen ist. Zugleich dient dieser Kondensator zur Kompensation der Blindleistung und zur Verminderung der Kurvenverzerrung.

Technische Ausführung. Damit die geregelte Spannung gleich der Netznennspannung wird, ist die

Abb. 3. Schaltbild des magnetischen Reglers.

Querdrossel als Spartransformator ausgebildet, dessen Nennleistung etwa mit der Verbraucherleistung übereinstimmt. Für die Vordrossel reicht ein kleinerer Kern aus. Der Kondensator liegt der Wirtschaftlichkeit halber in Sparschaltung an einer höheren Spannung. Damit ergibt sich aus der Regelanordnung der Abb. 1 die Schaltung nach Abb. 3. Die Anordnung der Einzelteile ist aus der Abb. 4 zu ersehen. Die Reihe umfaßt sechs Geräte für Anschlußnennleistungen von 10, 30, 60, 100, 150 und 250 VA. Die Abb. 5 zeigt das größte, mittlere und kleinste der Geräte. Sie können an der Wand befestigt, aber auch als Standgeräte verwendet werden. Der Anschluß erfolgt an Schraubklemmen oder über Steckerschnur.

Abb. 4. Magnetischer Netzspannungsregler für 220 V/250 VA: Technische Ausführung.

Abb. 5. Größter, mittlerer und kleinster Regler der Reihe für 10- 30- 60- 100- 150- 250 VA Verbraucherleistung.

Regelbereich und -genauigkeit. Die Genauigkeit der Spannungsregelung hängt von der Art der Belastung ab; sie ist bei Wirklast am größten und wird bei gemischter Last mit wachsendem Phasenwinkel geringer. Im obengenannten Bereich der Netzspannung bleibt bei Wirknennlast die Verbraucherspannung auf mindestens 0,5 %, bei gemischter Last (bis $\cos\varphi = 0{,}8$) auf mindestens ± 1 % konstant. Bei kleinerer Last oder kleinerem Phasenwinkel erhöhen sich der Regelbereich und die Genauigkeit, wie aus der Abb. 6 für einige Belastungsfälle zu ersehen ist. Dabei wird, wie bereits oben erwähnt, mit Netzspannungsschwankungen von 175 bis 250 V gerechnet; das entspricht, bezogen auf 220 V, einer Abweichung von 15 % nach oben und 20 % nach unten. Nach den bisherigen Erfahrungen werden damit die tatsächlich vorkommenden Schwankungen umfaßt. Sollten diese in Ausnahmefällen noch größer sein, so kann man sich, da der Regelbereich bei Entlastung breiter wird, ohne weiteres dadurch helfen, daß man die Leistung des Reglers nicht voll ausnutzt.

Abb. 6. Regelkurven.

Abhängigkeit von der Belastung. Bei Wirklast ist die Belastungsabhängigkeit sehr gering; sie beträgt zwischen Leerlauf und Vollast nur etwa 1 %, so daß hier also auch bei gleichzeitigen Netzspannungs- und Belastungsänderungen eine Regelgenauigkeit von ± 1 % eingehalten wird. Die Regelkurven verschieben sich für verschiedene Lasten angenähert parallel. Diese Verlagerung der Regelkurve wird größer bei gemischter Belastung und kann je nach der Größe des Phasenwinkels bis zu einigen Prozent betragen (vgl. Abb. 6). Zur Anpassung an die jeweilige Belastung sind am Spartransformator und an der Sekundärwicklung der Vordrossel Abgriffe vorgesehen, mit denen der Sollwert der Ausgangsspannung von 220 V auf 1 bis 2 % genau eingestellt werden kann (vgl. Abb. 3).

Kurvenform. Da gesättigtes Eisen verwendet wird, flacht sich mit steigender Netzspannung die Sinuskurve der Verbraucherspannung allmählich ab. Der Anteil an der dritten harmonischen Teilschwingung schwankt abhängig vom Betriebspunkt zwischen etwa 10 und 30 %. Für die meisten Verbraucher ist dies jedoch ohne Bedeutung. Die Angaben, insbesondere über die Konstanz, beziehen sich auf den Effektivwert der Wechselspannung am Verbraucher. Die Regler können aber auch auf konstante Scheitelspannung oder auf den Mittelwert abgeglichen werden. Beim Betrieb von Gleichrichtergeräten erweist sich die Abflachung der Kurvenform sogar als vorteilhaft, da sie eine geringere Welligkeit der gleichgerichteten Spannung ergibt.

Frequenzabhängigkeit. Da die magnetische Regelschaltung Resonanzkreise enthält, hängt ihre Wirkung von der Frequenz ab. Bemessen sind die Geräte für eine Netzfrequenz von 50 Hz, die heute bei den meisten größeren Netzen sehr genau eingehalten wird. Ändert sie sich, so verschieben sich die Regelkurven angenähert parallel und gleichsinnig, und zwar bei 1 % Frequenzänderung um etwa 1,5 bis 2 % der absoluten Spannungshöhe. In den seltenen Fällen, in denen große Frequenzschwankungen zu erwarten sind und zugleich hohe Anforderungen an die Regelgenauigkeit gestellt werden, kann der Frequenzgang durch einen Entzerrer ausgeglichen werden.

Regelgeschwindigkeit. Spannungsschwankungen werden außerordentlich schnell ausgeregelt; die Regler können im Vergleich zu anderen, z. B. mechanischen Reglern praktisch als trägheitslos bezeichnet werden. Das Oszillogramm in Abb. 7 zeigt, daß selbst Spannungssprünge von 175 V auf 250 V nach 1 bis 2 Schwingungen ausgeregelt sind, also nach weniger als 0,04 s.

W i r k u n g s g r a d und S c h e i n l e i s t u n g s - a u f n a h m e. Die Kurve des Wirkungsgrades der Regler erreicht etwa bei Nennlast ihren Höchstwert mit $\eta = 70$ % bis 85 %. Die größeren Werte gelten für die größeren Geräte. Bei Halblast liegt der Wirkungsgrad um etwa 10 % unter dem des Vollastwertes (vgl. Abb. 8). Zur Kennzeichnung der vom Regler aufgenommenen Scheinleistung wird der Wert für den Leistungsfaktor bei Wirklast angegeben. Für Nennlast und mittlere Netzspannung ist der $\cos \varphi$ etwa 0,75 bis 0,80. Er ändert sich gleichsinnig mit der Last und gegensinnig mit der Netzspannung. Bei gemischter Belastung ändern sich die für den Wirkungsgrad und den $\cos \varphi$ angegebenen Werte nur um wenige Prozent.

Abb. 7. Regelvorgang bei plötzlicher Netzspannungsänderung von 175 V auf 250 V.

A n w e n d u n g. Die Reihe von magnetischen Spannungsreglern ist für eine Netznennspannung von 220 V, 50 Hz gebaut. Sie kann überall dort angewandt werden, wo eine hohe Konstanz der Netzspannung für einen einwandfreien Betrieb der angeschlossenen Geräte erwünscht oder unerläßlich ist. Dies gilt nicht nur für die eingangs erwähnten Anwendungsgebiete der Nachrichten-, Meß-[2]) und Überwachungstechnik, sondern auch für viele Geräte aus dem Gebiete der Optik und der Elektrochemie, für Steuersätze von Großgleichrichtern, für Batterieladegeräte und für sehr viele Geräte mit Gasentladungsgefäßen und Hochvakuumröhren.

Abb. 8. Wirkungsgrad.

Die Regler können ohne weiteres auch für andere Netznennspannungen als 220 V und auch für andere Verbraucherspannungen ausgeführt werden, ebenso auch für andere Netzfrequenzen. Z. B. werden auch Geräte für 12 V Ausgangsspannung gebaut, wie sie für optische Geräte vielfach gebraucht werden. Außerdem besteht neben verschiedenen Sondergeräten auch eine Reihe von Heizgeräten für Stromtore.

Zusammenfassung.

Das beschriebene magnetische Regelverfahren gestattet in wirtschaftlicher Weise Spannungsschwankungen in einem weiten Bereich selbsttätig mit sehr großer Genauigkeit und praktisch trägheitslos auszuregeln. Als Steuerglied wird eine gesättigte Eisendrossel verwendet. Die Regelwirkung wird durch Beeinflussung der Phasenlage einer Kompensationsspannung erreicht. Auf dieser Grundlage wurde eine Reihe von Netzspannungsreglern bis zu 250 VA Verbraucherleistung entwickelt. Bei Änderung der Netzspannung im Gebiet von etwa 175 V bis 250 V bleibt die Verbraucherspannung von 220 V mindestens auf ± 1 % konstant. Der Wirkungsgrad beträgt bei Nennlast je nach Typenleistung etwa 70 bis 85 %. Die Regler enthalten keine beweglichen Teile und bedürfen keiner Wartung; sie sind als Vorsatzgeräte überall dort anzuwenden, wo für den einwandfreien Betrieb hochwertiger und empfindlicher elektrischer Geräte eine konstante Netzspannung erforderlich ist.

[2]) Spannungsregler für Meßzwecke siehe auch W. G e y g e r, Siemens-Z. 15 (1935) S. 464.

Anzeigefehler von Haupt- und Unterzählern.

Von Dipl.-Ing. C. Täubert VDE, Berlin.

621. 317. 785. 088

Übersicht. An Hand von einfachen mathematischen Entwicklungen und Zahlenbeispielen wird gezeigt, daß bei der Verwendung von Haupt- und Unterzählern unter bestimmten Bedingungen recht erhebliche Fehler bei der Verbrauchsanzeige entstehen können, trotzdem die Anzeigefehler beider Zähler weit innerhalb der Beglaubigungsfehlergrenzen liegen.

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität auf den verschiedensten Gebieten haben zu einer Reihe von Tarifen geführt, bei denen der Strom je nach dem Verwendungszweck zu verschiedenen Preisen abgegeben wird. So wird beispielsweise vielfach der Strom für Wärmezwecke zu einem anderen verbilligten Preise geliefert als für Beleuchtung. In diesem Falle muß die gelieferte Energie von zwei verschiedenen Zählern gemessen werden. Aus installationstechnischen Gründen wird nun der eine dieser beiden Zähler vielfach als Unterzähler geschaltet, wie in Abb. 1 dargestellt. Der Unterzähler vermerkt dann meistens den zum verbilligten Preise gelieferten Strom, während durch den Hauptzähler der Gesamtverbrauch gemessen wird. Die Verrechnung der zum normalen Preise gelieferten Energie A_1 geschieht dann auf Grund des Unterschiedes des vom Haupt- und Unterzähler angezeigten Verbrauchs.

Abb. 1. Schaltung von Haupt- und Unterzählern.

Nachstehend soll nun untersucht werden, welche Fehler bei einer derartigen Messung und Verrechnung des Verbrauchs A_1 entstehen können. Um das Problem der strengen Rechnung zugänglich zu machen, soll zunächst der Begriff des mittleren Anzeigefehlers definiert werden.

Es bezeichne:

- A; A_1; A_2 den wirklichen Verbrauch (kWh)
- A'; A'_1; A'_2 den sich aus der Zähleranzeige ergebenden Verbrauch (kWh)
- N die wirkliche Leistung (kW)
- N' die der jeweiligen Umdrehungszahl der Zählerscheibe entsprechende Leistung (kW)
- f_z den Fehler des Zählers bei der Belastung N $[f_z = \psi(N)]$.

Dann ist der mittlere Anzeigefehler eines Zählers

$$f_A = \frac{A' - A}{A} 100 \%.$$

Dieser mittlere Anzeigefehler hängt wie folgt von der Fehlerkurve des betreffenden Zählers und von dem jeweiligen Belastungsverlauf ab. Es ist nämlich:

$$f_z = \frac{N' - N}{N} 100\,\% \quad \text{oder} \quad N\left(1 + \frac{f_z}{100}\right) = N'$$

und

$$A = \int_0^t N\,dt; \qquad A' = \int_0^t N'\,dt.$$

Hieraus ergibt sich dann nach kurzer Rechnung allgemein

$$f_A = \frac{\int_0^t N f_z\,dt}{\int_0^t N\,dt}.$$

Der Fehler eines Hauptzählers betrage beispielsweise bei $^1/_{10}$ Nennlast + 3 %, bei $^1/_1$ Nennlast + 0,9 %, und läuft der Zähler 100 Stunden mit $^1/_{10}$ Nennlast, 200 Stunden mit $^1/_1$ Nennlast, so beträgt der mittlere Anzeigefehler

$$f_A = +1\,\%.$$

I. Fehler bei der Messung.

Es bezeichnen ferner

f_H den mittleren Anzeigefehler des Hauptzählers (%)
f_U den mittleren Anzeigefehler des Unterzählers (%)
f_1 den mittleren Fehler bei der Bestimmung des Verbrauchs A_1.

Mit diesen Bezeichnungen gelten die Gleichungen:

$$f_H = \frac{A' - A}{A} 100\,\% \quad \text{oder} \quad A\left(1 + \frac{f_H}{100}\right) = A'$$

$$f_U = \frac{A_2' - A_2}{A_2} 100\,\% \quad \text{oder} \quad A_2\left(1 + \frac{f_U}{100}\right) = A_2'.$$

Der aus den Angaben der beiden Zähler errechnete fehlerhafte Verbrauch ist somit

$$A_1' = A' - A_2' = A\left(1 + \frac{f_H}{100}\right) - A_2\left(1 + \frac{f_U}{100}\right).$$

Berücksichtigt man ferner, daß der wirkliche Verbrauch $A = A_1 + A_2$ ist, so ergibt sich aus obiger Gleichung

$$\frac{A_1'}{A_1} = \left(1 + \frac{f_H}{100}\right) + \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{(f_H - f_U)}{100}.$$

Setzt man

$$\frac{A_2}{A_1} = \alpha,$$

so erhält man für

$$f_1 = \frac{A_1' - A_1}{A_1} 100\,\% = \left(\frac{A_1'}{A_1} - 1\right) 100\,\%$$

nach kurzer Rechnung:

$$f_1 = f_H + \alpha\,(f_H - f_U). \tag{1}$$

Beispiele: Es soll nun an Hand einiger Zahlenbeispiele gezeigt werden, daß bei der Messung des Verbrauchs A_1 recht erhebliche Fehler auftreten können, trotzdem die Fehlerkurven der beiden Zähler weit innerhalb der Beglaubigungsfehlergrenzen liegen.

1. Die mittleren Anzeigefehler mögen betragen:

für den Hauptzähler $f_H = +1\,\%$,
für den Unterzähler $f_U = -1\,\%$,

dann ergeben sich für den Fehler f_1 folgende Werte:

α =	5	10	20	50	100
f_1 (%) =	+ 11	+ 21	+ 41	+ 101	+ 201

2. Trotzdem der Eigenverbrauch der Spannungsspule des Unterzählers meist unterhalb der Anlaufgrenze des Hauptzählers liegt, wird vielfach in Gleichstromanlagen als Unterzähler ein Amperestundenzähler benutzt. Da diese Zähler für eine bestimmte Nennspannung geeicht werden, so ergibt sich bei jeder anderen Spannung ein zusätzlicher Fehler, der sich zu dem eigentlichen Anzeigefehler addiert. Beträgt beispielsweise die Spannung an einem Verbrauchsort in der Nähe eines Speisepunktes 231 V, so ist der zusätzliche Fehler — 5 %. In einem solchen Falle können dann als mittlere Anzeigefehler eingesetzt werden:

für den Hauptzähler $f_H = +1\,\%$,
für den Unterzähler $f_U = -6\,\%$.

Dann ergeben sich nach Gl. (1) folgende Werte:

α =	5	10	20	50	100
f_1 (%) =	+ 36	+ 71	+ 141	+ 351	+ 701

Es soll nun weiterhin untersucht werden, unter welchen Bedingungen überhaupt auf die Weise eine richtige Messung des Verbrauchs A_1 möglich ist. Aus Gl. (1) geht hervor, daß für $f_H = f_U$ der Fehler $f_1 = f_H$ unabhängig von α wird. Wenn also überhaupt eine Messung mit Hilfe von Haupt- und Unterzähler in Frage kommt, so ist anzustreben, daß Haupt- und Unterzähler möglichst übereinstimmende Fehlerkurven haben.

II. Fehler bei der Verrechnung.

Es soll nun weiterhin die Auswirkung derartiger, nicht unbeträchtlicher Fehler untersucht werden. Hierbei interessiert vor allen Dingen der Einfluß, den diese Fehler in der Messung auf die Berechnung des Gesamtpreises eines bestimmten Verbrauchs ausüben.

Es bezeichne:

a den Kilowattstundenpreis für den Verbrauch A_1 (Rpf/kWh)
b den Kilowattstundenpreis für den Verbrauch A_2 (Rpf/kWh)
P' den Gesamtpreis für die gelieferte Energie A, der sich aus der Anzeige der Zähler ergibt
P den Sollwert des Gesamtpreises, der der tatsächlich gelieferten Energie entspricht.

Mit diesen Werten ergibt sich folgende einfache Rechnung:

$$P' = aA_1' + bA_2',$$

worin

$$A_1\left(1 + \frac{f_1}{100}\right) = A_1' \quad \text{und} \quad A_2\left(1 + \frac{f_U}{100}\right) = A_2'.$$

Ferner ist $P = aA_1 + bA_2$.

Hieraus ergibt sich

$$\frac{P'}{P} = \frac{aA_1\left(1 + \frac{f_1}{100}\right) + bA_2\left(1 + \frac{f_U}{100}\right)}{aA_1 + bA_2}.$$

Setzt man hierin wieder $A_2 = \alpha A_1$ und berücksichtigt den in Gl. (1) gefundenen Wert für f_1, so ergibt sich bei der Berechnung des Gesamtpreises ein Fehler

$$F = \left(\frac{P'}{P} - 1\right) 100\,\% = \frac{a f_H (1 + \alpha) + \alpha f_U (b - a)}{a + \alpha b}.$$

Führt man hierin das Verhältnis der Preise a und b ein und setzt $a = mb$, so ergibt sich

$$F = \frac{m f_H (1 + \alpha) + \alpha f_U (1 - m)}{m + \alpha} \text{ Prozent.} \tag{2}$$

Während nun der Fehler f bei der Messung des Verbrauchs mit wachsendem α linear ebenfalls ansteigt, läßt sich mit Hilfe der Gl. (2) zeigen, daß der Fehler F bei der Berechnung des Gesamtpreises der gelieferten Energie mit wachsendem α sehr schnell einem bestimmten Grenzwert zustrebt. Es ist nämlich:

$$\lim_{\alpha \to \infty} F = m f_H + f_U (1 - m). \tag{2a}$$

Die Höhe dieses Grenzwertes ist also bei bestimmten mittleren Anzeigefehlern f_H und f_U eine lineare Funktion des Verhältnisses m der Kilowattstundenpreise, hängt also nur von dem betreffenden Tarif ab.

Beispiele: Die abgeleiteten theoretischen Ergebnisse sollen wieder auf die bereits oben angeführten praktischen Beispiele angewendet werden. Dabei sollen drei Tarife mit folgenden Kilowattstundenpreisen verglichen werden:

Tarif A: $a = 20$ Rpf/kWh, $b = 4$ „ „ $\quad m = \frac{a}{b} = 5$

Tarif B: $a = 20$ Rpf/kWh, $b = 8$ „ „ $\quad m = \frac{a}{b} = 2{,}5$

Tarif C: $a = 8$ Rpf/kWh, $b = 4$ „ „ $\quad m = \frac{a}{b} = 2.$

1. Beispiel: Für die mittleren Anzeigefehler des Hauptzählers $f_H = +1\,\%$ und des Unterzählers $f_U = -1\,\%$ ergeben sich für die drei Tarife folgende Werte:

	$\alpha =$	0	5	10	20	50	100	∞
F %	Tarif A	+ 1	+ 5,0	+ 6,34	+ 7,4	+ 8,28	+ 8,62	+ 9,0
	Tarif B	+ 1	+ 3,0	+ 3,4	+ 3,67	+ 3,86	+ 3,93	+ 4,0
	Tarif C	+ 1	+ 2,43	+ 2,67	+ 2,82	+ 2,92	+ 2,96	+ 3,0

2. Beispiel: Für die mittleren Anzeigefehler des Hauptzählers $f_H = +1\,\%$ und des Unterzählers $f_U = -6\,\%$ ergeben sich für die drei Tarife folgende Werte:

	$\alpha =$	0	5	10	20	50	100	∞
F %	Tarif A	+ 1	+ 15,0	+ 19,8	+ 23,4	+ 26,5	+ 27,7	+ 29,0
	Tarif B	+ 1	+ 8,0	+ 9,4	+ 10,3	+ 11,0	+ 11,2	+ 11,5
	Tarif C	+ 1	+ 6,0	+ 6,8	+ 7,4	+ 7,7	+ 7,86	+ 8,0

Aus Gl. (2) geht hervor, daß für $f_H = f_U$ wiederum $F = f_H$ unabhängig von α und m wird.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der obigen Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Wird der Verbrauch elektrischer Energie für verschiedene Verwendungszwecke mit Hilfe von Haupt- und Unterzählern gemessen, so können hierbei und bei der Verrechnung unter bestimmten Bedingungen recht erhebliche Fehler auftreten. Um diese Fehler zu vermeiden, ist anzustreben, daß Haupt- und Unterzähler möglichst weitgehend übereinstimmende Fehlerkurven haben. Da sich jedoch diese Forderung während längerer Zeitabschnitte kaum verwirklichen läßt, ist es zweckmäßig, die Verwendung von Unterzählern für Differenzmessungen möglichst zu vermeiden.

Schaltstücke mit Sondermetallauflage für Ölschütze.

Von Karl Meier VDE, Berlin.

621. 316. 54. 066. 6

Übersicht. Kontaktbaustoffe aus Wolfram und Kupfer und deren Anwendung für Ölschütze werden beschrieben und es wird dargelegt, daß die Entwicklung dieser Baustoffe wesentlich zur Anwendung des Ölschützes als Steuergerät beigetragen hat.

Kontaktbaustoffe mit hoher Lebensdauer benutzt man seit längerer Zeit für Unterbrecherkontakte von Zündapparaten für Kraftwagen, und zwar in erster Linie Wolfram, das sich durch hohe Schmelztemperatur und große Härte auszeichnet. Das dem Wolfram sehr ähnliche Molybdän hat man verschiedentlich für Schnellreglerkontakte verwendet. Wolfram hat sich bei den besonderen elektrischen Beanspruchungen, die für den oben erwähnten Zweck vorliegen, und die durch hohe Spannungen und kleine Ströme gekennzeichnet sind, hervorragend bewährt. Dagegen konnte dieses Metall nicht mit dem gleichen Erfolg für Schaltstücke mit größeren Strömen und mittlerer Spannung, insbesondere in Luftschaltern, verwendet werden. Hierin wurde erst ein Wandel geschaffen, als es gelang, Wolfram mit Metallen hoher Leitfähigkeit, wie Kupfer und Silber, derart zu vereinigen, daß die physikalischen Eigenschaften der den Baustoff bildenden Metalle weitgehend nebeneinander erhalten blieben, also keine eigentlichen Legierungen, sondern Verbundstoffe, entstanden. Derartige Baustoffe sind in Amerika unter verschiedenen Namen bekannt; sie werden dort vorwiegend für Elektroden von Widerstands-Schweißmaschinen, weniger für Schaltstücke in elektrischen Schaltgeräten benutzt. In Europa werden ähnliche Baustoffe unter dem Namen „Elmet-Metalle" auf den Markt gebracht.

Abb. 1 und 2 zeigen Schliffbilder derartiger Verbundstoffe, und zwar Abb. 1 einen solchen mit etwa 70 % Wolfram, 30 % Kupfer[1]), Abb. 2 einen Verbundstoff mit etwa 80 % Wolfram, 20 % Kupfer. Verbundstoffe mit einem Wolframgehalt von etwa 60 % lassen sich zu Blechen auswalzen und mit den bei der Wolframherstellung üblichen Hämmermaschinen zu Stäben aushämmern. Dagegen können Verbundstoffe mit etwa 70 % Wolfram nur bis zu einem gewissen Grade verformt werden. Noch schwieriger gestaltet sich die Verformung von Verbundstoffen mit einem Wolframgehalt von mehr als 70 %; sie läßt sich bei Flachstäben und dann nur in sehr engen Grenzen durchführen. In den meisten Fällen werden Verbundstoffe mit höherem Wolframgehalt (etwa über 65 %) gleich in den ihrer Verwendung entsprechenden Formen hergestellt.

70% W, 30% Cu 80% W, 20% Cu

Abb. 1 u. 2. Schliffbilder von Wolfram-Kupfer-Verbundstoffen.

Die Baustoffe mit einem Wolframgehalt von etwa 60 bis 80 %, Rest Kupfer, haben vorwiegend Verwendung für Schaltstücke von Ölschützen gefunden. Wolfram-Silber-Verbundstoffe werden dagegen hauptsächlich für Luftschalter unter den verschiedensten Betriebsbedingungen, in erster Linie für Geräte mit kleinerer Spannung und hämmernder Kontaktgabe (z. B. Schnellregler) erfolgreich benutzt.

Es ist bekannt, daß der Abbrand von Schaltstücken unter Öl bedeutend größer ist als der von Schaltstücken in Luft; dabei sind gleiche Schaltbedingungen und Gerätebauart vorausgesetzt. Eine eindeutige physikalische Erklärung dieser Tatsache ist bis heute noch nicht bekannt.

1) Bei den Prozentangaben handelt es sich immer um Gewichtsprozente.

Eine große Anzahl von Praktikern ist der Ansicht, daß der unter Öl brennende Lichtbogen nicht so beweglich ist wie in Luft, und daher der Lichtbogenfußpunkt den Kontaktbaustoff wesentlich höher thermisch beansprucht. Dieser Annahme allein ist aber wahrscheinlich der große Abbrand von Schaltstücken unter Öl nicht zuzuschreiben. Es ist vielmehr anzunehmen, daß der große Stoffverlust einmal durch besondere chemische Umwandlungen veranlaßt wird, die bei den hohen Lichtbogentemperaturen unter Gas- und Ölwirbelbildung vor sich gehen, und daß außerdem, als sekundäre Erscheinung, die durch den Lichtbogen hoch erhitzten Stoffteilchen durch die heftigen Öl- und Gaswirbel herausgerissen werden. Inwieweit diese Annahme zutrifft, müßte noch durch Versuche geklärt werden; es ist zweifellos eine interessante Aufgabe für den Versuchsingenieur, diese Abbrandvorgänge zu untersuchen.

Der große Abbrand von Schaltstücken unter Öl hat den Konstrukteuren von Schaltgeräten manche Sorge bereitet. Nach wenig Erfolg bringenden Versuchen mit Wolframbelägen änderte die Entwicklung der Verbundstoffe das Bild grundsätzlich. Die Versuche, die mit diesen Baustoffen in der Zusammensetzung 60 % Wolfram, 40 % Kupfer durchgeführt wurden, zeigten, daß die Lebensdauer derartig ausgerüsteter Schaltstücke unter gleichen Schaltbedingungen 6- bis 8mal größer ist als die von Kupferschaltstücken[2]). Man kann also bei gleichbleibender Schaltleistung[3]) gegenüber Kupferschaltstücken die Schaltzahl um das 6- bis 8fache vergrößern oder bei gleichbleibender Schaltzahl eine höhere Schaltleistung zugrunde legen, wobei aber die Schaltleistung nicht proportional der Schaltzahl heraufgesetzt werden darf.

a Kupferschaltstücke
b Schaltstücke mit Sondermetallauflage

Abb. 3. Lebensdauer der Schaltstücke von Ölschützen.

Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit der Lebensdauer von Kupferschaltstücken und Schaltstücken mit Sondermetallauflage von der Motorleistung, und zwar von Kurzschlußläufermotoren mit einem Einschaltstrom von 5mal Motornennstrom bei einer Spannung von 380 V und einer Frequenz von 50 Hz. Ausschaltstrom gleich Nennstrom des Motors, Schalthäufigkeit etwa 60 Schaltungen je Stunde. Die Sondermetallauflage hatte eine Zusammensetzung von etwa 60 % Wolfram und 40 % Kupfer; der zulässige Dauerstrom der benutzten Schütztype betrug etwa 40 A. Unter Lebensdauer ist dabei die Schaltzahl zu verstehen, nach der das Schaltstück verbraucht ist und ausgewechselt werden muß. Als eine Schaltung ist eine Ein- und Ausschaltung aufzufassen. Das Schaulinienbild läßt erkennen, daß z. B. bei einer Schaltleistung von 18 kW die Lebensdauer von Kupferschaltstücken etwa 5000 Schaltungen, die von Schaltstücken mit Sondermetallauflage etwa 30 000 Schaltungen beträgt; anderseits kann bei gleichbleibender Schaltzahl (30 000) die Schaltleistung von 8,5 kW (Kupferschaltstücke) auf 18 kW (Schaltstücke mit Sondermetallauflage) heraufgesetzt werden. Bei sehr großer Schalthäufigkeit kann man neben den Schaltstücken mit Sondermetallauflage noch eine größere Schütztype wählen, so daß durch diese Maßnahme die Schaltzahl noch weiter heraufgesetzt werden kann. In der Praxis wird davon bei sehr hohen Beanspruchungen Gebrauch gemacht.

[2]) Vgl. L. Weiler, ETZ 56 (1935) S. 52.

[3]) Unter Schaltleistung ist dabei nicht die Kurzschluß-Abschaltleistung des Schaltgerätes zu verstehen, sondern die Leistung des durch das Schaltgerät geschalteten Stromkreises (Motoren, Widerstände usw.).

Wie bereits erwähnt worden ist, erhalten die Schaltstücke lediglich eine Auflage aus dem Sondermetall, gewöhnlich 2 bis 3 mm dick, die durch Hartlöten mit dem Schaltstück verbunden wird. Wenn der Sondermetallbelag verbraucht ist, beteiligt sich also der Träger des Belages am Abbrand, so daß sich das Verhältnis der Lebensdauer von Schaltstücken, die mit Sondermetall ausgerüstet sind, zu Kupferschaltstücken noch zugunsten des Sondermetalls verschiebt, wenn man das dem Sondermetallbelag entsprechende Kupfervolumen zum Vergleich heranzieht. Für den Betriebsmann und für den Betrieb hat dies aber keine Bedeutung, da die Schaltstücke dort bis zum letzten beansprucht und daher nur die bis zu diesem Zustand erzielten Schaltzahlen verglichen werden.

Die Verbundstoffe besitzen infolge ihres Wolframgehaltes naturgemäß eine niedrigere Leitfähigkeit als Kupfer. Die Leitfähigkeit eines Verbundstoffes in der Zusammensetzung 60 % W, 40 % Cu liegt bei etwa 36 m/Ωmm^2, die eines Verbundstoffes mit etwa 80 % W, 20 % Cu bei etwa 22 m/Ωmm^2. Durch die schlechtere Leitfähigkeit und besonders infolge der größeren Härte der Verbundstoffe gegenüber Kupfer ist ein größerer Übergangswiderstand bei gleichem Kontaktdruck und damit eine höhere Erwärmung des Schaltstückes bedingt. Da aber die Verbundstoffe gerade für Schaltstücke mit großer Schalthäufigkeit bestimmt sind, und diese Schaltstücke daher nur kurze Zeit eingeschaltet sind, spielt dieser Punkt eine untergeordnete Rolle. Die elektrische und thermische Leitfähigkeit ist außerdem gegenüber Kupfer nicht so sehr verringert, daß infolge dieser ungünstigeren physikalischen Eigenschaften Schwierigkeiten auftreten könnten; anderseits werden aber durch die Sondermetallauflage, die lediglich an den beanspruchten Stellen der Schaltstücke aufgebracht wird, günstige thermische und elektrische Bedingungen insofern geschaffen, als die an der Schaltstückauflage im eingeschalteten Zustand oder durch den Lichtbogen entstehende Wärme durch das eigentliche Schaltstück, das gewöhnlich aus Kupfer besteht, gut abgeführt werden kann. Die höhere Erwärmung von Geräten mit Schaltstücken, die eine Sondermetallauflage haben, insbesondere die höhere Öltemperatur, liegt daher gegenüber Kupferschaltstücken, auch wenn die Schaltstücke mit Sondermetallauflage längere Zeit eingeschaltet sind, immer noch in zulässigen Grenzen, so daß man die Verbundstoffe auch selbst für Schaltstücke mit Dauereinschaltung und sehr geringer Schalthäufigkeit verwenden kann, falls Schaltstücke mit Sondermetallauflage aus bestimmten Gründen erforderlich sind. Besonders gut wirkt sich dabei die Einbettung der Schaltstücke in Öl aus, durch die sie vor Oxydation geschützt werden; es ist dabei vorausgesetzt, daß gutes Schalteröl verwendet wird, das sich nur wenig durch die Einwirkung des Lichtbogens zersetzt.

Neben der Schaltleistung und der Bauart des Schaltgerätes spielt für den Abbrand auch die Schalthäufigkeit eine maßgebende Rolle. Je größer die Schalthäufigkeit wird, desto ungünstiger werden die thermischen Verhältnisse am Schaltstück, die mittlere Temperatur an den Schaltstücken steigt mit höherer Schalthäufigkeit und schafft damit ungünstigere thermische Bedingungen für die Löschung des Lichtbogens. Abbrandversuche über den Einfluß der Schalthäufigkeit sind an Geräten mit Kupferschaltstücken und Schaltstücken mit Sondermetallauflage wohl schon vorgenommen worden, aber es liegen, soweit dem Verfasser bekannt ist, keine Veröffentlichungen darüber und überhaupt über Versuche mit Verbundstoffen vor. Lediglich M. Schwaiger hat in den VDE-Fachberichten 1935 in seinem Vortrag über das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern über Versuche mit Wolfram-Kupfer-Verbundstoffen berichtet. Darin wird mitgeteilt, daß die Überlegenheit von Verbundstoffen gegenüber Kupfer bei kurzen Lichtbögen größer ist als bei langen Bögen, die durch schnelles Schalten rasch in ihrer Längenausdehnung vergrößert werden. Eine Erklärung für diese Tatsache wurde nicht gegeben.

Das günstigere Verhalten bei kurzen Lichtbögen, die zeitlich wohl länger brennen, gegenüber langen Bögen, die zeitlich schneller abreißen, wird wahrscheinlich darauf zurückzuführen sein, daß sich das Wolfram in den Verbundstoffen bei den räumlich kurzen, zeitlich länger brennenden Bögen mehr am Abbrand beteiligt, als es bei den zeitlich kurzen Bogen der Fall ist. Wahrscheinlich ist, daß auch der Lichtbogenfußpunkt beim kurzen Bogen mehr an seinen Entstehungsort gebunden ist als beim langen Bogen. Auch dies wird den Abbrand verschieden beeinflussen, da sich beim bewegten Lichtbogen auch wieder in erster Linie das Kupfer am Abbrandvorgang beteiligen wird.

In manchen Fällen wird auch ein Baustoff gefordert, der eine hohe Schweißgrenze besitzen soll. Auch hier kann mit Verbundstoffen helfend eingegriffen werden. Für derartige Zwecke wird immer ein Baustoff mit hohem Wolframgehalt verwendet. Es sei aber in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß das Verschweißen von Schaltstücken nicht allein vom Kontaktbaustoff abhängig ist, sondern daß der Schweißvorgang auch maßgeblich vom Bau des Schaltgerätes beeinflußt wird. In manchen Fällen kann durch eine Konstruktionsänderung, die das Prellen oder Flattern der Schaltstücke beim Einschaltvorgang und damit das Ziehen von kleinen kräftigen Lichtbögen (z. B. Anlaufströme von Kurzschlußläufer-Motoren) auf einen Kleinstwert herunterdrückt, mehr erreicht werden als durch einen Baustoff, der eine hohe Schweißgrenze besitzt. Es ist immerhin möglich, daß Verbundstoffe auch trotz ihres hohen Wolframgehaltes unter sehr ungünstigen mechanischen Bedingungen beim Einschalten zum Schweißen neigen. Es ist sogar vorgekommen, daß Schaltstücke, die mit einem reinen Wolframbelag ausgerüstet waren, verschweißt sind. Grundsätzlich muß bei der Konstruktion eines Schaltgerätes darauf geachtet werden, daß das Einschalten möglichst ohne große mechanische Ausgleichvorgänge (Flattern oder Prellen der Schaltstücke) vor sich geht, da einmal die Schweißgefahr durch Prellen der Schaltstücke vergrößert und außerdem der Abbrand ungünstig beeinflußt wird. Die Schweißgrenze von Schaltgeräten mit Kupferschaltstücken kann natürlich durch Schaltstückauflagen aus einem Verbundstoff mit hohem Wolframgehalt gegenüber Kupfer heraufgesetzt werden, falls die Einschaltleistung so hoch bemessen ist, daß Kupferschaltstücke verschweißen.

Da die Verbundstoffe eine wirtschaftliche Herstellung gestatten, konnten diese neuen Baustoffe auch wirtschaftlich im Schaltgerätebau angewendet werden. Selbstverständlich stellt sich ein Schaltgerät, das mit Schaltstücken mit Sondermetallauflage ausgerüstet ist, teurer als ein solches mit Kupferschaltstücken. Da aber die Lebensdauer der Schaltstücke mit Sondermetallauflage auf ein Mehrfaches gegenüber Kupferschaltstücken gesteigert werden kann, während sich die Anschaffungskosten nicht wesentlich erhöhen, kann man mit Sicherheit die Anwendung der neuen Baustoffe als wirtschaftlich bezeichnen. Dabei ist noch unberücksichtigt gelassen, daß das oftmalige Auswechseln der Schaltstücke fortfällt; dies bedeutet gerade für Steuergeräte, die z. B. an Werkzeugmaschinen in Fabrikbetrieben benutzt werden, einen besonderen Vorteil. Durch Einbau von Schaltstücken mit Sondermetallauflage ist außerdem in fast allen Fällen (bis auf Geräte, die für sehr große Schalthäufigkeit bestimmt sind) die Verwendung einer kleineren Schütztype möglich, so daß auch durch diese Maßnahme die Anschaffungskosten verringert werden.

Die immer umfangreichere Verwendung von Schaltstücken mit Sondermetallauflage beweist, daß mit der Schaffung dieser Baustoffe einem bisher fühlbaren Mangel abgeholfen wurde, und daß sie auch wirtschaftlich angewendet werden können. Es sei darauf hingewiesen, daß sich die neuen Verbundstoffe nicht allein für Niederspannungsgeräte unter Öl eingebürgert haben, sondern daß sie auch für Hochspannungsschalter und Niederspannungs-Luftschalter, insbesondere für die öllosen Hochleistungsschalter verwendet werden. Bezüglich der Ölschütze kann wohl mit Recht gesagt werden, daß für ihre technische und wirtschaftliche Verwendung als Steuergeräte die Entwicklung der Sondermetalle einen erheblichen Fortschritt gebracht hat.

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Beschreibung der Eigenarten von Verbundstoffen aus Wolfram und Kupfer wird ausgeführt, daß sich Schaltstücke mit einer Auflage aus einem solchen Baustoff unter Öl hinsichtlich Abbrand wesentlich günstiger als Kupferschaltstücke verhalten (gegenüber Kupfer 6- bis 8fache Lebensdauer). Durch die Schaffung dieser Baustoffe ist das Anwendungsgebiet des Ölschützes als Steuergerät wesentlich erweitert worden. Außerdem wird eine mutmaßliche Erklärung für den großen Abbrand von Schaltstücken unter Öl gegenüber solchen in Luft und für das unterschiedliche Verhalten von Wolfram-Kupfer-Verbundstoffen hinsichtlich Abbrand für einen besonderen Fall an Transformatoren-Regelschaltern gegeben.

Anwendungsgebiete des Elektromotors in der Landwirtschaft und ihren Nebenbetrieben.

Von Ober-Ing. **L. Riefstahl**, Berlin.

621. 34 : 631. 37

Übersicht. Einige Anwendungen des Elektromotors im Sinne einer Vermehrung der Motorenzahl des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes unter Anpassung an die Betriebsbedingungen werden beschrieben.

Wie die land- und forstwirtschaftliche Betriebszählung des Jahres 1933 ergeben hat, hat zwar seit dem Jahre 1928 die Zahl der in der deutschen Landwirtschaft verwendeten Elektromotoren sehr beträchtlich, nämlich um etwa 57 %, zugenommen, trotzdem ist die Zahl der Betriebe, die mehr als einen Elektromotor verwenden, noch immer auffallend gering. So übersteigt die Zahl der Motoren diejenigen der motorisierten Betriebe nur um etwa 15 %. Wenn man berücksichtigt, daß eine erhebliche Anzahl der Großbetriebe weit mehr als zwei Motoren verwendet, so liegt der Anteil der Mehrmotorenbetriebe noch erheblich unter diesem Prozentsatz. Dies ist um so auffälliger, da die Zahl der für elektrischen Antrieb geeigneten Arbeitsgeräte in den abgelaufenen Jahren stark zugenommen hat. Die Erklärung liegt darin, daß die Betriebsstundenzahlen der einzelnen Geräte verhältnismäßig klein sind und der Bauer und Landwirt sich meistens mit einem einzigen beweglich ausgeführten Motor behilft. Die Unbequemlichkeit des häufigen Stellungswechsels sowie die oft schlechte Anpassung der Motorleistung an den Kraftbedarf der Geräte nimmt er lieber in Kauf, als daß er zur Anschaffung eines weiteren Motors schreitet.

Größere Güter sind allerdings im Sinne einer Vermehrung der Motoren weit fortgeschritten, besonders dann, wenn dem eigentlichen landwirtschaftlichen Betriebe noch Nebenbetriebe angeschlossen sind.

Ein gutes Beispiel hierfür bietet das Rittergut Hanseberg bei Königsberg i. d. Neum., das etwa 4000 Morgen unter dem Pflug und 6000 Morgen Wald umfaßt und mehr als 55 Elektromotoren für seinen vielseitigen Betrieb besitzt. Neben einigen beweglichen Motoren im Wagen oder auf Schleifen eingebaut, ist der größte Teil fest aufgestellt, daneben aber sind auch eine Anzahl mit beweglichen Geräten zusammengebaut.

Abb. 1. Höhenförderer mit elektromotorischem Antrieb auf der Dungstätte.

Ein Beispiel hierfür bilden die auf der Dungstätte verwendeten Geräte. Um volkswirtschaftlich wichtige Werte zu erhalten, ist es nötig, die Verluste an Nährstoffen für die Bodenpflege auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Die hierzu erforderliche Stapelung des Mistes läßt sich im Großbetriebe ohne Zuhilfenahme maschineller Mittel nicht durchführen.

Auf dem Gute Hanseberg dient hierzu ein durch einen Elektromotor angetriebener Höhenförderer. Abb. 1 zeigt dieses wichtige Gerät im Betriebe. Der Motor ist geschützt unterhalb der Förderrinne in einem Holzkasten untergebracht. Ein Teil der Zuleitung (Gummischlauchleitung) ist auf dem im Bilde links ersichtlichen Kabeltrommelwagen untergebracht. Während zwei Arbeiter den Dung aus dem Wagen dem Förderer zuwerfen, verteilen zwei andere den Dung auf dem Stapel. Eine fahrbare Jauchepumpe fördert die flüssigen Dungstoffe aus der Grube (Abb. 2). Der Antrieb der Schleuderpumpe durch den Motor ist in Abb. 3 dargestellt.

Abb. 2. Jauchepumpanlage.

Zu den Nebenbetrieben des Gutes gehören eine Brennerei und zwei Sägewerke. In dem obersten Stockwerk des einen Brennereigebäudes ist ein Transformator von 50 kVA untergebracht, der den hochgespannten Drehstrom aus dem Netze des Märkischen Elektrizitätswerkes von 15 kV auf die Gebrauchsspannung von 380/220 V herunterspannt und den Strom für die Brennerei und den Hof liefert und auch noch einen Teil seiner Leistung für den Bedarf der Gemeinde abgibt. Ferner sind noch drei

Abb. 3. Fahrbare elektrische Jauchepumpe.

fahrbare Transformatoren vorhanden zum Anschluß an die über die Felder geführte Hochspannungsleitung; sie dienen zum Betriebe des Dreschmotors beim Drusch auf dem Felde, zum Mietensetzen mittels des Höhenförderers und ähnliche Arbeiten (Abb. 4).

Der Kasten eines solchen Transformatorwagens ist aus Eisen ausgeführt und gefedert im Fahrgestell aufgehängt. Er enthält außer dem Umspanner selbst die Hochspannungssicherungen sowie eine Niederspannungsschalttafel. Ein bügelartig ausgebildeter niederlegbarer Mast trägt an seinem oberen Querarm drei Hochspannungs-Isolatoren, die Haken zum Einhängen von mit Ösen versehenen Seilstücken besitzen. Diese werden bei der Inbetriebnahme des Transformators mit ihrem anderen Ende in ähnliche Haken am Mastschalter der Hochspannungsleitung eingehängt, der dann erst eingeschaltet wird. Von den Isolatoren am Wagenmast führen Leitungsseile mittels Durchführungen im Wagendach den Strom dem Transformator zu.

In der Brennerei werden die auf dem Gute gewonnenen Kartoffeln zu Spiritus verarbeitet, und zwar jährlich rd. 1 300 000 kg Kartoffeln, aus denen 160 000 l Spiritus er-

zeugt werden, bei einer Verarbeitung von 4500 bis 6000 kg täglich.

Die Kartoffeln werden zunächst in einer Siebwanne gewaschen. Eine elektrisch betriebene Pumpe liefert das hierzu erforderliche Wasser. Ein Rührwerk führt die Kartoffeln einem Becherförderer zu, der sie in einen hochgelegenen Wägekasten hebt, wo sie gewogen werden. Sie fallen von dort in den Dämpfer, der mit Dampf von 4 at aus einer mit dem Abfallholz der Sägewerke geheizten Kesselanlage gespeist wird. Die gedämpften Kartoffeln werden dann in Vormaischbottiche eingebracht, wo ihnen gekeimtes Malz und Hefe zugesetzt werden. In den Bottichen wird die Maische durch ein Rührwerk bewegt und dann in den eigentlichen Gärbottichen 72 h vergoren; eine Pumpe fördert dann die Maische in die Destillierapparate. Das Rührwerk und die Fördereinrichtungen (Wäsche, Elevator, Pumpen) werden durch einen Drehstrommotor von 16 PS Leistung und 960 U/min mittels einer Transmission angetrieben.

Abb. 4. Fahrbarer Umformer.

Dieser Gruppenantrieb durch einen gemeinsamen Motor ist in den neueren Anlagen des Gutes aufgegeben worden; seit einigen Jahren sind auch statt der Schleifringläufermotoren Kurzschluß- bzw. Doppelnutläufermotoren genommen worden. Infolge ihres einfachen Aufbaues und ihrer sonstigen betrieblichen Vorteile bewähren sich diese besser als die Motoren mit Schleifringläufer. Daß sie sich auch für den Antrieb der größten vorkommenden Dreschsätze durchaus eignen, hat ein mehrjähriger Betrieb einwandfrei erwiesen.

Ein Beispiel für einen derartigen Einzelantrieb zeigt der in der Schmiede des Gutes befindliche und auf Abb. 5 dargestellte Schmiedehammer, der durch einen Stahlmotor von 1,4 PS Leistung bei 940 U/min mit Kurzschlußläufer betrieben wird. Eine gut und reichlich mit elektrisch betriebenen Werkzeugmaschinen und Werkzeugen ausgerüstete Schmiede und Stellmacherei ist für einen großen Betrieb eine unentbehrliche Hilfe.

Durchaus neuzeitlich sind auch die Antriebe in den beiden eingangs erwähnten Sägewerken durchgeführt. Auf dem größeren der beiden Werke ist ein Vollgatter aufgestellt, das durch einen Doppelnutmotor von 44 PS Leistung bei 1435 U/min angetrieben wird. Der Motor selbst ist von außen zugänglich in einem besonderen Anbau der Halle aufgestellt, um ihn vor Staub und Sägemehl zu schützen. Innen an der Rückwand des Gatterraumes sind die für das Anlassen und den Schutz des Motors gegen Überlastung erforderlichen Geräte angebracht. Für eine gute Beleuchtung des Arbeitsplatzes in der Halle ist Vorsorge getroffen, da hier häufig nachts gearbeitet wird, um den günstigeren Nachtstromtarif auszunutzen.

Abb. 5. Elektrisch betriebener Hammer in der Gutsschmiede.

Zum Schneiden der Bretter auf Länge ist an der einen Längsseite des Gebäudes ein Rollentisch unter einem Vordach angeordnet und mit einer Pendelsäge ausgerüstet, die ihren eigenen Antrieb durch einen Stahlmotor von 3,5 PS Leistung bei 1450 U/min besitzt (Abb. 6). Weiter ist noch eine festeingebaute Kreissäge vorgesehen, die ebenfalls durch einen besonderen Motor angetrieben wird. Man geht also auch bei diesen Betrieben bewußt von dem Gruppenantrieb zum wirtschaftlicheren Einzelantrieb über.

Abb. 6. Pendel-Kreissäge mit elektrischem Antrieb.

Das zweite dem Walde am nächsten liegende Sägewerk besitzt nur ein einfaches Gatter. Es wird entsprechend seiner kleineren Leistung durch einen Stahlmotor 20 PS bei 1450 U/min mit Doppelnutläufer angetrieben, der eben-

falls wieder in einem besonderen Verschlage aufgestellt ist. Die schweren Stämme werden mit Hilfe einer im Freien aufgestellten Krananlage befördert, die mit einem Elektroflaschenzug ausgestattet ist. Zum Heranholen der Stämme zum Gatter ist ferner eine Seilwinde mit senkrechter Trommel vorgesehen. Ein Stahlmotor von 1,1 PS treibt über ein Schneckengetriebe die Windentrommel an.

Die Stromversorgung beider Sägewerke ist unabhängig von der übrigen Gutsanlage. Einem zwischen beiden Werken aufgestellten Transformator wird Hochspannung zugeleitet. Auf der Niederspannungsschalttafel des Transformators ist eine Schaltuhr eingebaut, die eine getrennte Zählung des Tag- und Nachtverbrauches vornimmt.

In einem gut geleiteten landwirtschaftlichen Betriebe können also die Vorteile der Elektrizität mit Erfolg angewendet werden. Solche ergeben sich auch für das elektrische Melken, bei der Weiterbehandlung der Milch, bei der Frischwasserversorgung, bei der elektrisch betätigten Feldberegnungsanlage usw. Auch sollen die Vorzüge der Elektrizität als Wärmequelle für die Küche und die Heißwasserversorgung nicht unerwähnt bleiben.

Zusammenfassung.

Wie an dem Beispiele eines großen weitgehend elektrisierten Gutsbetriebes gezeigt wird, ergeben sich für die Anwendung des Elektromotors sowohl auf dem eigentlichen landwirtschaftlichen Gebiete als auch für die Zwecke von Nebenbetrieben (Brennerei, Sägewerk) noch größere Möglichkeiten besonders dann, wenn man von umständlichen und unwirtschaftlichen Transmissionen zum Einzelantrieb übergeht.

Neuzeitliche Verteilungsnetze.

621. 316. 11

Nachdem im Bau von Verteilungsnetzen umwälzende Änderungen in der nächsten Zukunft nicht mehr zu erwarten sind, sollen durch eine zusammenfassende Darstellung der in Amerika für die verschiedenen Verbrauchsdichten bewährten Arten des Netzaufbaues die Möglichkeiten für die Verbesserung der Betriebsbedingungen, der Wirtschaftlichkeit, der Betriebssicherheit und schließlich noch der äußeren Erscheinung vorhandener Netze aufgezeigt werden[1]). Im allgemeinen ist durch eine weitere Zunahme der Herde und Heißwasserspeicher, aber auch kleinerer Haushaltgeräte, mit einer stetigen Zunahme, aber damit auch einer Steigerung der örtlichen Verschiedenheit der Belastungsdichte in recht beträchtlichem Maße zu rechnen. Hand in Hand damit geht aber auch eine Steigerung der Ansprüche der Abnehmerschaft an die Spannungshaltung und die Betriebssicherheit. Oberster Grundsatz ist daher eine möglichst große Anpassungsfähigkeit der Netze an die verschiedenen Belastungsdichten bei größter Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und guter Spannungshaltung. Im Dreispannungsnetz bringt die Verwendung zahlreicher verhältnismäßig kleiner Abspannwerke (1000 bis 8000 kVA) folgende Vorteile: Ermöglichung zentralisierter selbsttätiger Spannungsregelung, Verkleinerung des bei Störungen im Abspannwerk in Mitleidenschaft gezogenen Gebietes, leichtere Anpassungsmöglichkeit an örtlichen Lastzuwachs, Verringerung der Reserve im Oberspannungsnetz durch Speisung einer größeren Anzahl von Umspannern aus einer verzweigten Leitung. Grundschaltungen für derartige Werke werden angeführt, bei denen stets Speisung aus zwei verschiedenen Oberspannungsleitungen vorgesehen ist. Vorteile für Spannungshaltung und Reserve bringt das Mittelspannungs-Maschennetz, doch macht dabei die Belastungsaufteilung auf die Umspanner Schwierigkeiten, deren Ausnutzungsfähigkeit dadurch beeinträchtigt wird. Mit Vorteil werden Einheitsausführungen für diese Kleinst-Abspannwerke verwendet. Für das Niederspannungsnetz hat sich in Gebieten großer Verbrauchsdichte das Niederspannungs-Maschennetz bewährt, wobei die Ausführung als Zweispannungsnetz wirtschaftliche Vorteile bietet. Vielfach, insbesondere in den Randgebieten verkabelter Maschennetze, kommen Freileitungs-Maschennetze zur Anwendung. Umspanner und Maschennetzschalter werden dabei auf den Masten untergebracht. Das Hochspannungsnetz ist auch in diesem Falle verkabelt. Überhaupt wird von Freileitungen im Niederspannungsnetz offenbar in weit größerem Umfange Gebrauch gemacht als in Deutschland. Für Gebiete mittlerer Verbrauchsdichte werden Teilmaschennetze, sogenannte „banks" genommen, bei denen die Niederspannungsleitungen einiger Netzumspanner miteinander vermascht werden, während die Hochspannungsleitung zu diesen Umspannern zur Verbesserung der Spannungshaltung und Erhöhung der Betriebssicherheit im Ring zusammengeschlossen wird. Nach den Erfahrungen in Detroit hat dieses Netzbild, bei dem die Umspanner hoch- und niederspannungsseitig über Sicherungen angeschlossen sind, eine größere Betriebssicherheit gegenüber dem Strahlennetz trotz der Möglichkeit, daß bei einem Fehler im Niederspannungsnetz oder in einem Umspanner u. U. die Sicherungen sämtlicher Umspanner eines derartigen Teilmaschennetzes ansprechen. Die Niederspannungssicherungen gleich an die Umspanneranschlüsse zu legen, ist vorteilhafter als sie in der Mitte der Leitungen zwischen zwei Umspannern anzuordnen. Auf Grund einer eingehenden Untersuchung über Spannungshaltung (2,5 % Spannungsabfall) und Wirtschaftlichkeit wurde für die Niederspannungsleitungen in Detroit einheitlich ein Querschnitt von 33,6 mm² gewählt bei einem Umspannerabstand von durchschnittlich 200 bis 250 m und Umspannerleistungen entsprechend der Belastungsdichte. In ländlichen Gebieten geht man neuerdings unter Verwendung von Stahlaluminium- und Kupferpanzerstahl-Leitungen auf größere Mastabstände (120 m gegen früher etwa 50 m) über. Zusammen mit einer möglichst gestreckten Trassenführung läßt sich dadurch eine Senkung der Leitungskosten auf etwa die Hälfte der bisherigen erzielen. Die einzelnen Abnehmer sind mittels kleiner Mastumspanner unmittelbar an die Mittelspannungsleitungen angeschlossen. Für einphasige Abzweige von den Mittelspannungsleitungen wurde ein billiges Sonderkabel entwickelt. Der geerdete Leiter umgibt als wendelförmig aufgewickeltes verlötetes Kupferband die Isolation des anderen Leiters und ersetzt gleichzeitig den Bleimantel. Für die Freileitungen von 5 kV an abwärts bietet die wetterfeste Umhüllung, wenn auch keine vollkommene Isolation, so doch einen ausreichenden Schutz gegen Störungen durch Fremdkörper. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß im Laufe eines Jahres in Detroit etwa 4000 Fremdkörper aus den Freileitungen entfernt wurden, die bei blanken Leitern Kurzschlüsse herbeigeführt hätten. Zur Verringerung der Spannungsabfälle wird die Verringerung der Induktivität der Netzumspanner angestrebt. Für kleine Leistungen läßt sich ein Mindestwert von 2½ % (für größere 3½ %) wirtschaftlich noch vertreten. In dem Bestreben nach einer möglichst hohen Ausnutzung der Netzumspanner hat Detroit im Durchschnitt 75 %, stellenweise 100 % Belastung erzielt. Die Netzumspanner sind durchweg mit Überspannungsableitern, teils innerhalb, teils außerhalb des Kessels versehen. Den neuesten Stand der Entwicklung stellt der „Selbstschutz-Transformator" dar. Er besitzt oberspannungsseitig Überspannungsableiter und Sicherungen, unterspannungsseitig einen Überstromschalter, die zusammen im Ölkessel eingebaut sind. Für die Spannungsregelung führen sich neben den Drehreglern in steigendem Maße selbsttätig arbeitende Stufenumspanner ein. Für Leitungen usw. empfiehlt sich die Schaffung von Einheitsbauarten. Genaue schriftliche Lieferbedingungen müssen für alle Bestellungen aufgestellt und die gelieferten Teile sorgfältig geprüft werden. Von grundlegender Wichtigkeit für die Elektrizitätswerke wird ein gut ausgebildeter Ingenieurstab für die wirtschaftliche und technische Bearbeitung der Netzfragen angesehen. *Sdn.*

[1]) H. P. Seelye, Electr. Engng. 55 (1936) S. 75.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 17 : 621. 315. 22 **Selbsttragendes Luftkabel für eine Fernsteueranlage.** — Eine neue Pumpenanlage, die die Verwaltung der Staats-Salinen in Bad Dürrheim (Schwarzwald) in etwa 3 km Entfernung vom Hauptbetrieb errichtete, wurde mit Fernsteuerung versehen. Da zum Betrieb der Pumpen eine Drehstrom-Freileitung für 15 kV erbaut wurde, so wurden die zur Fernsteuerung erforderlichen Leitungen in Gestalt eines selbsttragenden Luftkabels an dem Gestänge dieser Hochspannungsleitung verlegt. Das Kabel enthält 4 verseilte Aderpaare mit 0,8 mm dicken Kupferleitern und Papierisolation. Über die Verseilung sind 3 Lagen Papier gewickelt und ein Zinn-Blei-Mantel mit 1,2 mm Wanddicke gepreßt. Dieser ist mit einer wetterbeständigen Schutzschicht und mit einem als Stütze eingelegten 0,5 mm dicken Stahlband versehen. Darüber liegt die tragende Bewehrung aus verzinkten, 2,0 mm dicken Stahlrunddrähten. Diese Bewehrung hat eine Gesamtbruchfestigkeit von mehr als 4000 kg. Das Kabel hat einen Außendurchmesser von etwa 16 mm, ein Gewicht von etwa 1,2 kg je m und wurde in 2 Längen zu je 1000 m und einer Länge zu 750 m hergestellt.

Zum Aufhängen des Kabels wurden an den Enden der Kabellängen und an allen Winkelpunkten der Strecke besondere Abspannklemmen (Abb. 1), im übrigen geeignete Tragklemmen verwendet. In der mit einem Aufhängebügel versehenen Abspannklemme sind die kurz hinter der Klemme aufgeschnittenen Drähte der Kabelbewehrung mit Hilfe eines Kegelringes sicher und ohne jede Beanspruchung für das Kabel festgeklemmt. Die an einem beweglichen Kreuzglied aufgehängte Tragklemme ist muldenförmig und der Krümmung des hängenden Kabels so angepaßt, daß diese keine nachteilige Beanspruchung erleiden kann. Ein Klemmstück hält das Kabel in seiner Lage fest, läßt aber für den Fall eines Kabelbruches ein Durchrutschen zu.

Abb. 1. Mast mit zwei Abspannklemmen.

Die Maste bestehen aus Holz und haben an den Kabelaufhängepunkten etwa 17 cm Dmr. Die Mastabstände betragen etwa 60 m, teilweise auch mehr, die Kabeldurchhänge wurden entsprechend auf etwa 0,6 bis 0,9 m festgelegt.

Die Verlegung des Kabels erfolgte Anfang 1935 noch während der kalten Jahreszeit. Am Anfang der Strecke ist das Kabel unmittelbar an der Mauer des Maschinenhauses abgespannt, eingeführt und mit einem Endverschluß versehen. Von diesem führen einzelne Leitungen zur Fernsteuereinrichtung. Das Ende der Kabelstrecke ist mit einem kurzen Erdkabelstück in das Pumpenhaus eingeführt und ebenfalls mit einem Endverschluß versehen. Hier ist der Fernsteuerempfänger angeschlossen. Die Verbindung der einzelnen Kabellängen konnte an den betreffenden Masten mit Hilfe von geeigneten Muffen erfolgen. [Neesen, AEG-Mitt. (1936) S. 82.] *sb.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 5. 064. 26 **Ein neuer Vakuumschalter.** — Bei Abschaltung von Strömen durch im Vakuum befindliche Kontakte entsteht ein viel geringerer Lichtbogen als bei Kontakten, die sich in Luft befinden. Daher ist die Lebensdauer der im Vakuum befindlichen Kontakte sehr groß, und die Kontakte zeigen auch nach Millionen von Schaltungen erstaunlich geringe Veränderungen. Infolge Fehlens von Sauerstoff bleiben die Kontaktflächen sauber, so daß auch mit geringsten Drücken ein sicherer Kontakt erzielt werden kann. Die Einschließung der Kontakte in ein Vakuumgefäß bringt ferner den Vorteil mit sich, daß die Kontakte vor Staub und Witterungseinflüssen geschützt sind. Diese Vorteile haben eine amerikanische Firma veranlaßt, einen metallgekapselten Vakuumschalter für 500 V Gleich- und 440 V Wechselspannung und für einen Nennstrom von 10 A zu entwickeln, der viele Eigenschaften der neuen Ganzmetall-Radioempfängerröhren[1]) besitzt. Der als einpoliger Umschalter gebaute Vakuumschalter wird durch einen Hebel betätigt, der durch eine biegsame in die Metallkammer hart eingelötete Metallmembran hindurchgeführt ist (Abb. 2). Der gemeinsame bewegliche Kontakt besteht aus einem flachen Molybdänstück, das unmittelbar auf dem Betätigungsarm befestigt ist. Die beiden festen Kontakte bestehen aus Kupfer und sind auf starren Molybdänzuführungen aufgesetzt, die durch Ösen, in die aus Isolationsgründen Glasperlen eingeschmolzen sind, unter Verwendung einer besonderen Einschmelzlegierung in die Vakuumschaltkammer eingeführt sind. Die Schaltkammer wird durch den hohlen, aus nichtrostendem Stahl bestehenden Betätigungsarm ausgepumpt, der danach in der Nähe der Membran abgequetscht und verschweißt wird. Als Korrosionsschutz erhält die Schaltkammer einen doppelten Überzug aus Glypthallack.

Bewegungsrichtungen

1 feste Kontakte
2 beweglicher Kontakt
3 Anschlüsse
4 Glasfluß
5 Metallgefäß
6 Metallmembran
7 Abquetschstelle
8 Anschluß- und Betätigungsarm

Abb. 2. Vakuumschalter.

Der Gesamtschaltweg des beweglichen Kontaktes zwischen den beiden festen Kontakten beträgt etwa 0,45 mm, der Kontaktdruck 30 g. Das aufzuwendende Betätigungsdrehmoment beträgt rd. 7,5 gcm. Der Vakuumschalter wird daher überall da mit Vorteil verwendet werden können, wo geringe Betätigungswege und Kräfte zur Verfügung stehen und wo die Kontakte sehr häufig, und zwar mehr als 30mal in der Sekunde, geschaltet werden müssen. Der Schaltstrom des Vakuumschalters wird durch die Metalldampfentwicklung am Kathodenfleck begrenzt. Er ist im allgemeinen bei Wechselstrom höher als bei Gleichstrom. Wegen der sehr raschen Unterbrechung des Stromes entstehen verhältnismäßig hohe Überspannungen, so daß Maßnahmen getroffen werden müssen (Parallelwiderstände, Kondensatoren, Überspannungsableiter), um eine Gefährdung der Isolation der angeschlossenen Verbraucher zu vermeiden. [A. J. Kling, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 525.] *Mzr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 3. 083. 5 **Wechselstrom-Kompensatoren mit selbsttätiger Abgleichung.** — Wechselstrom-Kompensations- und Brückenschaltungen werden heute für technische Messungen auf verschiedenartigen Gebieten in weitem Umfange angewendet[2]). Hierbei ergibt sich der naheliegende Wunsch, solche Schaltungen durch eine besondere Hilfseinrichtung selbsttätig abgleichen zu können, ähnlich wie dies bei den für Gleichstrommessungen gebräuchlichen Kompensations- und Brückenschaltungen üblich ist. Da die in der Wechselstrom-Meßtechnik verwendeten komplexen Kompensations- und Brückenschal-

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 949 sowie Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 212.
[2]) J. Krönert: Meßbrücken und Kompensatoren, Bd. 1; München: R. Oldenbourg 1935.

tungen zwei (der reellen und imaginären Komponente entsprechende) Abgleichrichtungen und somit auch zwei diesen Richtungen zugeordnete Abgleichmittel (z. B. zwei Schleifdrähte) besitzen, so besteht die zu lösende Aufgabe darin, beide Abgleichmittel vollselbsttätig, und zwar unabhängig voneinander so einzustellen, daß der Kompensationskreis (Nullzweig) stromlos wird.

W. Geyger beschreibt die Grundlagen der mit selbsttätiger Abgleichung arbeitenden Wechselstromkompensatoren, die auf der Verwendung zweier Induktionsdynamometer[1]) oder zweier gleichzeitig als phasenabhängige Nullindikatoren und Umkehrmotoren arbeitender Induktionszähler-Meßwerke (sog. Nullmotoren)[2]) beruhen. Besonders einfache Verhältnisse ergeben sich, wenn die zu prüfende Spannung eine bestimmte, unveränderliche Phasenlage hat. In diesem Sonderfall, der beispielsweise bei der induktiven Fernübertragung von Bewegungsvorgängen mit einem als Gebergerät wirkenden Induktionsdynamometer vorliegt, kann mit einem einzigen als Empfangsinstrument wirkenden Induktionsdynamometer oder Nullmotor gearbeitet werden. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1936) J 94—5.] *Sb.*

621. 317. 755 **Englische Kathodenstrahl-Oszillographen.** — Die Ausstellung der Physical Society dieses Jahres gab Gelegenheit, die englischen Entwicklungsarbeiten am Kathodenstrahl-Oszillographen zu studieren. Man sah u. a. vollständige Oszillographenanordnungen, geeignet zur Untersuchung von Ventilbewegungen und zur Aufnahme von Druckdiagrammen an stehenden und bewegten Kolbenmaschinen. Eine interessante Neukonstruktion ist der für die Electrical Research Association gebaute Mehrstrahlen-Oszillograph, der zur Aufnahme von Wanderwellen in Überlandnetzen dient. Er besteht aus einem zylinderförmigen Trommelgehäuse, an dem sechs (oder zwölf) einzelne abgeschmolzene Hochvakuum-Fernsehsenderöhren radial befestigt sind. Der ganze Oszillograph mit Schaltzubehör und Dunkelkammereinrichtung ist in einem Lastwagenanhänger untergebracht. Man sah weiter eine Kathodenstrahl-Schliffröhre mit auswechselbarem Elektrodensystem und Zwölffach-Schleifkontakt, die zur Erleichterung der Konstruktion von Fernsehröhren dienen soll (ähnliche Konstruktionen sind in Deutschland seit langem üblich. D. Berichter.). Eine Firma zeigte eine Braunsche Röhre mit weißem Leuchtschirm, eine andere die Anwendung der Braunschen Röhre zur Projektion der Polarkurven von Glühlampen. Ein Schleifenoszillograph mit Al-Ni-Permanentmagnet besaß eine etwa zehnfach größere Empfindlichkeit als die normale (20 cm Ausschlag bei 60 mA, Eigenfrequenz in Luft 3000 Hz). Erwähnt sei noch eine neue hochpermeable Legierung, deren Magnetisierbarkeit in Feldern von 50 bis 150 CGS etwa 30 % höher ist als die reinen Vakuumeisens. [G. F. Shotter, Elektr. Rev., Lond., 118 (1936) S. 83.] *Kll.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 611. 21 **Über die Frequenzkonstanz eines quarzgesteuerten Rundfunksenders.** — Der 1932 in Betrieb genommene Großrundfunksender Leipzig ist mit Quarzsteuerung ausgerüstet. Um Rückwirkungen zu vermeiden, findet in der dritten Stufe des Senders Frequenzverdopplung statt. Besondere Mittel zur Konstanthaltung der Spannungen in den ersten Stufen sind nicht vorhanden. Die Steuerstufe selbst, in der eine Schirmgitterröhre verwendet wird, ist gegen äußere Temperatureinflüsse nicht geschützt, während der Quarz in einem Wärmehalter untergebracht ist. Dieser besteht aus einem Kupferklotz, um den eine Heizwicklung gelegt ist, die auf konstanter Temperatur gehalten wird. Ein hochwertiges Quecksilber-Kontaktthermometer besorgt das Aus- und Einschalten des Heizstromes, der so eingestellt wird, daß die Heizzeit ebenso groß wie die Abkühlzeit ist. Um den Kontakt des Thermometers zu schonen, wird über diesen nur die Gitterspannung einer Röhre gesteuert, in deren Anodenkreis ein Relais zum Schalten des Heizstromes liegt. Die Frequenz wird mit Hilfe des Elektrodenabstandes des Quarzhalters eingestellt. Bei der mechanischen Ausführung der Halterung des Quarzes wurde besonders darauf geachtet, daß die mechanischen Schwingungen des Quarzes möglichst wenig gedämpft werden und daß auch die Anforderungen an Planparallelität der Elektroden und sichere Einstellung des Luftspaltes erfüllt werden. Die erreichte Frequenzkonstanz läßt sich an Hand der Frequenzmessungen der Überwachungsstelle der Union Internationale de Radiodiffusion in Brüssel beurteilen. Danach ergibt sich als Mittelwert aus zwölf Betriebsmonaten 1934/35 eine Frequenzänderung von $6 \cdot 10^{-6}$ bezogen auf die Trägerfrequenz, d. h. von 5 Hz absolut, während die größte Frequenzänderung $15 \cdot 10^{-6}$, d. h. 11 Hz absolut ist. Gemessen an dem Entwicklungsstand der Sendertechnik zur Zeit der Inbetriebnahme ist diese Konstanz als gut zu bezeichnen. Inzwischen sind im Bau von Steuersendern hoher Frequenzkonstanz erhebliche Fortschritte gemacht worden, über die demnächst berichtet werden soll. [H. Jacobs, Lorenz-Ber. (1936) H. 1, S. 38.] *H. Bkm.*

621. 395. 73 : 621. 315. 53 **Telephonleitungen in Aldrey-Metall.** — G. Dassetto tritt für die Verwendung der Aluminiumlegierung Aldrey für Telephonleitungen ein. Die Zerreißfestigkeit durch das eigene Gewicht gibt der Verfasser für Kupfer mit 4600 kg (100 %), für Aluminium mit 6500 kg (141 %), für Bronze mit 6750 kg (147 %) und für Aldrey mit 12 350 kg (262 %) an. Die hauptsächlichsten Eigenschaften von Aldrey gegenüber den anderen für Telephonleitungen in Frage kommenden Metallen geht aus der Zahlentafel 1 hervor. Da auch Aldrey

Zahlentafel 1. Mechanische und elektrische Eigenschaften von verschiedenen Drahtsorten bei Durchmessern von 2 bis 3 mm.

Eigenschaften	Aldrey	Aluminium 99,5 %	Kupfer	Bronze	verzinktes Eisen
Bruchfestigkeit $\frac{kg}{mm^2}$	30 ··· 36	16,5 ··· 18,5	40 ··· 40	60	45 ··· 50
Ausdehnung bei 2000 mm in %	5 ··· 9	2,4	1,3	1 ··· 2	5
Proportionsgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	27 ··· 31	15 ··· 17	35 ··· 40	36	30 ··· 35
Elastizitätsgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	19 ··· 22	8 ··· 10	20 ··· 25	—	—
Elastizitätsmodul $\frac{kg}{mm^2}$	6500	6000	11 000	11 000	19 000
Leitfähigkeit bei 20° C $\frac{m}{\Omega\, mm^2}$	30,0 ··· 32,5	34,5 ··· 35,5	52	52	7
spez. Widerstand bei 20° C $\frac{m}{\Omega\, mm^2}$	0,0333 bis 0,0308	0,0290 bis 0,0282	0,0178 bis 0,0175	0,0190 bis 0,0190	0,143
Temperaturkoeffizient	0,0036	0,0041	0,004	0,005	0,005
Verdrehungen	8 ··· 12	12 ··· 16	12	10 ··· 16	15 ··· 20
Biegungen r = 10 mm	6 ··· 10	10 ··· 14	4	6	—
spez. Gewicht $\frac{kg}{dm^3}$	2,7	2,7	8,9	8,9	7,8
Ausdehnungskoeffizient	0,000 023	0,000 023	0,000 017	0,000 018	0,000 012

mit anderen Baustoffen ein elektrisches Element bildet, dessen EMK zu Korrosionen Anlaß gibt, ist der Reinheit der Isolatoren, an denen die Leitung befestigt werden soll, großes Augenmerk zu schenken, zumal wenn sie bereits für anderen Leitungsbaustoff benutzt worden sind. Da der Ersatz der Kupferleitungen durch solche von Aluminium oder dessen Legierungen eine Frage der mechanischen Festigkeit ist, so werden für eine zweckmäßige und dauerhafte Schlingenbefestigung Erläuterungen gegeben. Die Verbindungen sollen nicht gelötet, sondern durch Torsionsmuffen oder sonstige gute mechanische Verbindungen geschehen. Bis April 1935 wurden rd. 1300 km mit einem Gewicht von rd. 35 t verlegt. [G. Dassetto, Alluminio 13 (1935) H. 3.] *Rtz.*

621. 395. 8 **Über die Addition von Geräuschspannungen.** — P. Oehlen untersucht die Frage, wie groß die Geräuschspannung an den Enden einer Fernsprechverbindung ist, wenn die Geräuschspannungen an den Enden einzelner Teilstrecken dieser Fernsprechverbindung bekannt sind. Unter der Voraussetzung, daß die Frequenzen der einzelnen Teilspannungen voneinander verschieden sind, gilt die Regel, daß die Gesamtspannung gleich der Wurzel aus der Summe der Teilspannungsquadrate ist.

[1]) M. Wald, ETZ 51 (1930) S. 1583.
[2]) W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 842.

Um zu prüfen, ob diese Regel auch in Betriebsfällen anwendbar ist, in denen das Auftreten von Geräuschspannungen gleicher Frequenzen wegen der Gleichförmigkeit in Leitungsaufbau und Leitungsführung wahrscheinlich ist, wurden Messungen an Leitungen mit Zwischenverstärkern ausgeführt. Es standen zur Verfügung sechs leichtbespulte Leitungsschleifen von je 300 km Länge, die bis zu einer Länge von 1800 km hintereinander geschaltet werden konnten. Die Schleifen hatten im Übertragungsbereich von 300 bis 5700 Hz eine nahezu frequenzunabhängige Dämpfung, die in weiten Grenzen verändert werden konnte. Die Geräuschspannungen wurden mit dem Geräuschspannungszeiger von S&H mit A-Filter gemessen. Die angezeigte Spannung schwankte stark. Als Wert des einigermaßen konstanten Grundgeräusches wurde der Kleinstausschlag abgelesen. Die Ergebnisse der Messungen zeigen, daß die Geräuschspannung einer aus mehreren Schleifen zusammengeschalteten Verbindung mit der Geräuschspannung, die man durch quadratische Addition der einzelnen Teilspannungen erhält, im allgemeinen gut übereinstimmt. Es wurden weiterhin Geräuschspannungen gemessen, die bei Trägerstromausnutzung der Leitungen durch Nichtlinearitäten hervorgerufen werden (Klirrgeräuschspannungen). Es zeigt sich, daß auch hier die Regel der quadratischen Addition größenordnungsmäßig gilt. Vorhandene Abweichungen sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Voraussetzung der Verschiedenheit der Frequenzen hier nicht völlig erfüllt ist. Als Ergebnis der Messungen wird festgestellt, daß die Regel der quadratischen Addition von Geräuschspannungen bei allen Fragen zur Festlegung der Eigenschaften von Teilstrecken einer Gesamtverbindung unbedenklich angewandt werden kann. [P. Oehlen, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 25 (1936) S. 17.] *E. H.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

541. 13 **Der Wien-Effekt bei Elektrolyten, untersucht mit den Kathodenoszillographen.** — Leitfähigkeitsmessungen an Elektrolyten werden seit mehr als 60 Jahren nach Fr. Kohlrausch in der Wechselstrombrücke mit niedrigen Spannungen vorgenommen; hierbei haben sich Abweichungen vom Ohmschen Gesetz nicht ergeben, die Geschwindigkeit der Ionen war der Feldstärke proportional. Der Jenenser Physiker Max Wien hat zuerst (1922) nachgeprüft, ob auch für höhere Feldstärken das Ohmsche Gesetz gültig bleibt. Mit einem genauen Brücken-Nullverfahren konnte er 1927 teilweise sehr starke Abweichungen vom Ohmschen Gesetz bei hohen Feldstärken von 100 bis 300 kV/cm beobachten. Besonders waren in Salzlösungen bei höherer Wertigkeit des Kations und des Anions die Abweichungen groß. Sie erklärten sich nach der einige Jahre früher entwickelten Theorie elektrolytischer Lösungen von P. Debye und seinen Mitarbeitern durch Aufhebung der („interionischen") anziehenden Kräfte zwischen den verschieden geladenen Ionen. Außer der Reibung wirkt auf die Beweglichkeit eines Einzelions bei niedrigen Spannungen eine Ionenwolke entgegengesetzten Vorzeichens hemmend ein. Bei hohen Feldstärken von 100 kV/cm, wobei z. B. ein Cl-Ion eine Geschwindigkeit von 68 cm/s erreicht, entschlüpft das entsprechend der chemischen Wertigkeit geladene Ion beim elektrischen Stoß der Wirkungssphäre seiner Umgebung; da nun die hemmenden Kräfte fehlen oder doch geringer werden, tritt eine Widerstandsverminderung des Elektrolyten ein. M. Wien beobachtete bei seinen Messungen Integraleffekte. Der Widerstand ergab sich aus dem rechnerisch ermittelten Spannungsmittelwert und dem zugehörigen beobachteten Strommittelwert.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen an spannungsabhängigen festen Widerständen[1]) wurden von W. Hüter die Elektrolyte auf Abweichungen vom Ohmschen Gesetz durch kathodenoszillographische Aufnahmen ihrer Kennlinien untersucht. Gegenüber den festen Halbleitern wurden wesentlich kurzzeitigere Spannungsstöße, deren zeitabhängige Form ebenfalls durch leichte Umschaltung aufgenommen wurde, auf den Elektrolyten gegeben, der sich in einem Gefäß mit veränderlichem Elektrodenabstand befand. Die mit dem Rücken des Spannungsstoßes sehr rasch ohne Überstrahlung niedergeschriebene Kennlinie des Elektrolyten wurde verglichen mit der eines induktions- und kapazitätsarmen Drahtwiderstandes, der den gleichen Ohmschen Widerstand hatte, wie der Elektrolyt bei kleinen Feldstärken, d. h. wenn dieser in der Kohlrausch-Brücke gemessen wurde. Bei starken Säuren und bei Salzlösungen mit einwertigem Kation deckten sich bis zu hohen Feldstärken die Kennlinien des Drahtwiderstandes und der Lösung, bei höherwertigen Kationen, z. B. bei Bariumferrocyanid und auch bei schwachen organischen Säuren, z. B. Zitronensäure, fielen die Kennlinien deutlich auseinander. Wegen eines von Wien festgestellten Grenzeffektes (Leitfähigkeit wächst schließlich mit der Feldstärke immer weniger, vergl. Abb. 4) war die

Abb. 3.

Abb. 4.

Kennlinie bei Salzelektrolyten praktisch linear; trotzdem war die Abweichung vom Ohmschen Gesetz sowie ihre Art und Größe damit klar vor Augen geführt. Es handelt sich hierbei aber nicht um Integralwerte, sondern es werden zusammengehörige Augenblickswerte von Strom und Spannung aufgezeichnet. Während weiter bisher eine Reihe zeitraubender sorgfältiger Einzelmessungen vorgenommen werden mußte, werden sie mit dem Kathodenoszillographen für den ganzen Feldstärkenbereich bis herunter zu Null mit einem Stoß niedergeschrieben. Dieses Verfahren bestätigt die anders gewonnenen Wienschen Untersuchungen; es dürfte wegen seiner Vorteile für Untersuchungen dieses noch nicht abgeschlossenen Gebiets wertvoll sein, die weitere Einblicke in die Konstitution der Lösungen versprechen. In Abb. 3 und 4 wird schematisch das Verhalten verschiedenartiger Stoffe zusammengestellt, einmal in Abb. 3 in Kennlinienform in der Stromspannungsebene, wie sie der K. O. liefert, in Abb. 4 umgezeichnet nach der Wienschen Darstellung auf Leitfähigkeitsänderungen, und zwar für spannungsabhängige feste Widerstände (Silite), für Salzlösungen, für schwache organische Säuren und für spannungsunabhängige Drahtwiderstände. [W. Hüter, Ann. Physik 24 (1935) S. 253.] *Sb.*

537. 523. 4 **Untersuchungen über elektrische Gleitfunken.** — Ein Kondensator entladet sich mittels einer Zündfunkenstrecke stoßartig über eine besondere Gleitfunkenstrecke. Diese Gleitfunkenstrecke besteht aus einer Mattglasscheibe, auf der eine bestimmte Linie mit Graphit gezeichnet ist. Die Glasscheibe wird sodann berußt und bildet die Gleitstrecke. Durch den im Funkkanal auftretenden Gasdruck, dessen Größe, aus der relativen Kanalbreite von Funkenspuren geschlossen, ungefähr 15 at beträgt, wird zu beiden Seiten der Gleitbahn die Rußschicht abgehoben und bildet dadurch ein typisches Funkenbild. Eine besondere Struktur zeigt das Funkenbild, welches entsteht, wenn die vorgegebene Linie einen rechten Winkel mit gleichlangen Schenkeln bildet. Im Innern des Winkels zeigt sich, durch Interferenz der Druckwellen erzeugt, eine lanzenförmige, rußfreie Zone (Abb. 5). Die Lage dieser Zone gegenüber den beiden Schenkeln der Gleitbahn läßt nun Schlüsse über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c und Fortpflanzungsrichtung des Druckes längs der Gleitbahn zu. Bei kleinen Zündspannungen (15 kV) und kleineren Spannungsanstiegen von ungefähr $62 \cdot 10^9$ V/s ergibt sich, wenn man als Schallgeschwindigkeit $3 \cdot 10^4$ cm/s annimmt, ein Wert $c \approx 200 \cdot 10^4$ cm/s. Dieselbe Art von Fun-

Abb. 5. Gleitfunkenstrecke auf einer berußten Mattglasscheibe.

[1]) W. Hüter, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 341.

kenbildern erhält man, wenn man statt der Mattglasscheibe steifes, berußtes Papier verwendet. [E. Kluß, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 3, S. 187.]

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 2/3 : 621. 315. 616. 9 **Stabol, ein neuer Werkstoff für die Ummantelung von Kabeln und Leitungen.** — In letzter Zeit sind wiederholt Veröffentlichungen erschienen, die sich mit der Frage der Verwendbarkeit von Kunststoffen für die Herstellung von Mänteln bei isolierten Leitungen und Kabeln beschäftigen. Soweit dabei die Ansicht vertreten wird, daß der Werkstoff „Stabol" schon jetzt geeignet sei, das bei der Kabelherstellung bisher verwendete Blei in allen Fällen zu ersetzen, eilen diese Erörterungen dem gegenwärtigen Stand der Technik voraus.

Abb. 6. Stabolummantelte Kabel.

Nachstehend wird ein kurzer Überblick gegeben über die Verwendungszwecke, für die stabolumhüllte Kabel und Leitungen schon heute empfohlen werden können. — Dank systematischer Prüfung zahlreicher Kunststoffe der verschiedensten Art auf ihre Verwendbarkeit zu Isolier- und Abdichtzwecken konnte in den polymeren Acrylaten ein wertvoller Ausgangsstoff für die Herstellung von Mänteln für isolierte Leitungen gefunden werden. In langwieriger Arbeit wurden unter Verwendung dieser äußerst zähen Stoffe spritz- und preßbare Mischungen entwickelt, die bei ausreichender Kälte- und Wärmebeständigkeit in dem praktisch interessierenden Temperaturbereich in hohem Maß biegsam und nachgiebig sind. Auf Grund ihrer Licht-, Ozon- und Ölbeständigkeit sind diese „Stabol" genannten Mischungen geeignet, in vielen Fällen den Gummimantel bei beweglichen Leitungen, also beispielsweise beim Schlauchleitungstyp zu ersetzen. Infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes (etwa 1,75 g/cm³), ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Erschütterungen stellen sie darüber hinaus bei solchen festverlegten Leitungen und Kabeln einen lang entbehrten Ersatz des Bleimantels dar, bei denen das große spezifische Gewicht des Bleies (rd. 11,4 g/cm³), seine geringe Biegsamkeit und seine Neigung zu interkristallinem Bruch als Nachteile empfunden wurden. Es ist daher begreiflich, daß sich insbesondere der Schiffbau dieser Neuerung bereitwillig angenommen hat.

Gegenüber einem Bleimantel mit seiner unbedingten Dichtheit kann ein Kunststoffmantel aus organischen Ausgangsstoffen durchweg nur als begrenzt dicht angesprochen werden, d. h. er verhindert, obwohl er im üblichen Sinne weder nennenswerte Wassermengen aufnimmt noch durchläßt, ebenso wenig wie beispielsweise ein hochwertiger Gummischlauch im Laufe langer Zeit den Durchtritt sehr geringer Wassermengen. Diese Tatsache begrenzt die Anwendung des Stabols vorläufig dahin, daß es nur in Kombination mit praktisch wasserfesten Isolierstoffen und außerdem nur dort gebraucht werden kann, wo eine Veränderung der isolierenden Eigenschaften, sei es des Isolationswiderstandes oder der elektrischen Durchschlagfestigkeit für die Betriebssicherheit belanglos ist. Diese Bedingungen sind erfüllt bei gummiisolierten Niederspannungskabeln und -leitungen für Verlegung in geschlossenen Räumen oder im Freien. Bei einer Verlegung im Erdboden oder im Wasser, bei Anwendung einer imprägnierten und auch nichtimprägnierten Papierisolation und bei höherer dielektrischer Beanspruchung (Hochspannungskabel) muß jedoch zur Zeit an dem unbedingt dichten Bleimantel festgehalten werden.

Weiterhin können gemäß obigen Darlegungen die vorteilhaften Eigenschaften des Stabols als Mantelstoff auch bei Sonderkabeln für höhere Spannungen ausgenutzt werden in Fällen, in denen der Isolationswiderstand von untergeordneter Bedeutung für den Gesamtwert der dielektrischen Verluste ist und außerdem das Dielektrikum mühelos durch Anwendung von Trockenpatronen mit Chlorkalzium oder Kieselsäure-Gel-Füllung an den Endverschlüssen in trockenem Zustand erhalten werden kann. So hat denn auch das Stabol bereits ausgedehnte Verwendung gefunden für biegsame luftraumisolierte Hochfrequenzkabel mit Abstützungen aus keramischem Baustoff, die bis zu den größten Spannungen und Leistungen mit solchen Mänteln ausgerüstet werden. — Die vorstehenden Ausführungen seien erläutert durch Abb. 6, einige stabolummantelte Kabel darstellend, die die breite Anwendungsmöglichkeit des Stabols für Sonderzwecke zeigt, wenn auch z. Z. aus den genannten Gründen eine allgemeine Anwendung für erdverlegte Kabel aller Art sowie für Hochspannungskabel noch nicht vertretbar ist. *E. Kh.*

Verschiedenes.

621. 3. 012 **Die Konstruktion des singulären Punktes der bizirkularen Quartik und der durch ihn gehenden Tangentialkreise.** — Die nach dem Kreise wichtigste Ortskurve der Wechselstromtechnik ist die bizirkulare Quartik. Sie tritt als Ortskurve für den Stromvektor bei verschiedenen Wechselstrommotoren und namentlich bei Kaskadenschaltungen auf. Bei Anwendung der „symbolischen Methode" erhält man für diese Ortskurve eine vektorielle Gleichung, deren allgemeine Form lautet:

$$\mathfrak{Q} = \frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}\,v + \mathfrak{C}\,v^2}{\mathfrak{D} + \mathfrak{E}\,v + \mathfrak{F}\,v^2}. \qquad (1)$$

Darin sind die Koeffizienten $\mathfrak{A}$ bis $\mathfrak{F}$ beliebige, durch die Konstanten der betreffenden Maschine bzw. Kaskadenschaltung gegebene komplexe Größen, während der reelle Parameter v gewöhnlich ein Maß für die veränderliche Drehzahl darstellt. Die durch Gl. (1) gegebene Kurve wird punktweise konstruiert, indem man für eine Anzahl bestimmter Parameterwerte die entsprechenden Vektoren $\mathfrak{Q}$ berechnet und aufzeichnet. Hierbei sind u. U. zahlreiche Punkte erforderlich, um den Verlauf der Kurve richtig bestimmen zu können. Die Kurve läßt sich nun mit verhältnismäßig wenig Punkten sehr genau konstruieren, wenn man deren Doppelpunkt kennt und die durch ihn gehenden Tangentialkreise in den einzelnen Kurvenpunkten zeichnen kann. Es läßt sich nun zeigen, daß der Doppelpunkt als der gemeinsame Schnittpunkt der folgenden drei Kreise bestimmt ist, deren Konstanten unmittelbar aus Gl. (1) zu entnehmen sind:

$$\mathfrak{K}_0 = \frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}\,s_1}{\mathfrak{D} + \mathfrak{E}\,s_1}; \quad \mathfrak{K}_\infty = \frac{\mathfrak{B} + \mathfrak{C}\,s_2}{\mathfrak{E} + \mathfrak{F}\,s_2}; \quad \mathfrak{K}_{0,\infty} = \frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{C}\,s_3}{\mathfrak{D} + \mathfrak{F}\,s_3};$$

wobei $\mathfrak{K}_0$ und $\mathfrak{K}_\infty$ zugleich Tangentialkreise der bizirkularen Quartik in den Punkten $v = 0$ bzw. $v = \infty$ sind, während der Kreis $\mathfrak{K}_{0,\infty}$ die Kurve in diesen Punkten schneidet. Eine einfache Transformation der Gl. (1) gestattet die Gleichung des durch den Doppelpunkt gehenden Tangentialkreises für einen beliebigen Punkt ($v = x$) der Kurve abzuleiten. Man findet ferner, daß alle diese Kreise eine Schar bilden, deren Mittelpunkte auf einem Kegelschnitt liegen, wobei die bizirkulare Quartik die Umhüllende der Schar bildet. [W. Michael, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) H. 3, S. 199.]

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Die Organisation der Gemeinschaftsarbeit in der Technik.

Von Dipl.-Ing. **Günter Müller VDE**, Berlin.

62 (062)

Übersicht. Mit der nationalsozialistischen Erhebung sind auf allen Gebieten des täglichen Lebens neue Gedanken Richtschnur des Handelns geworden. Auch viele Organisationen waren Veränderungen unterworfen. Überlebte Formen mußten beseitigt und durch neue ersetzt werden. Nachstehend soll versucht werden, einen Überblick zu geben über die wissenschaftlichen und politischen Organisationen in der Technik; über die wirtschaftlichen Zusammenschlüsse wird in einem besonderen Aufsatz noch berichtet werden.

Die jungen Berufskameraden der Elektrotechnik, die in den zahlreichen Arbeitsgemeinschaften der Gaue des VDE regelmäßig zusammenkommen, wollen nicht in einer Art „Nachhilfestunden" Lücken ihres Wissens schließen. Sie lernen bei ihrem Schaffen erkennen, daß die Arbeit jedes einzelnen Volksgenossen verflochten ist mit den Arbeiten anderer Kameraden, daß jede Einzelarbeit nie Selbstzweck sein darf, sondern nur einen Sinn haben kann, wenn ihre Verrichtung bewußt unter dem Blick auf die Gesamtheit des Volkes geschieht. Diesen Kameraden sollen nachstehende Ausführungen zeigen, in welchen Organisationen der Technik vorbildliche Gemeinschaftsarbeit zum Nutzen des Ganzen geleistet wird.

Bei dem Charakter und Leserkreis der ETZ sind die Ausführungen unter bewußter Betonung und ausführlicher Behandlung des Fachgebietes Elektrotechnik niedergeschrieben.

Technisch-wissenschaftliche Vereine.

Mit fortschreitender Technik machte sich naturgemäß das Bedürfnis nach einem Erfahrungs- und Gedankenaustausch der auf dem Gebiete der Technik schaffenden Menschen geltend. Aus der Bestrebung, voneinander zu lernen und dadurch die eigenen Gedankengänge zu befruchten, entstanden in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die ersten organisatorischen Zusammenschlüsse von Fachgenossen auf dem Gebiete der Technik, Vereinigungen, die sich zu den heute allgemein bekannten technisch-wissenschaftlichen Fachverbänden und -vereinen entwickelt haben.

Bei der sprunghaften Fortentwicklung der Technik entwickelte sich zwangläufig auf allen Gebieten ein Spezialistentum. Der Weltkrieg lehrte, wie auf anderen Gebieten, auch in der Technik zum erstenmal die Erkenntnis, daß nur einer einheitlich ausgerichteten Zusammenarbeit eine nutzbringende Leistung für das Volksganze entspringen kann. Um auf dem Gebiete der Technik zu einer gemeinsamen Zielsetzung zu gelangen, schlossen sich im Jahre 1916 die führenden technisch-wissenschaftlichen Fachverbände zu dem „Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine" zusammen.

Die nationalsozialistische Revolution brachte mit ihrer vollkommen neuen Weltanschauung eine Umwälzung und Umwertung auf allen Gebieten des täglichen Lebens und somit auch in der Technik mit sich. Das völlig Neuartige und Erstmalige dieser Revolution war, daß man im Gegensatz zu den bisherigen Umwälzungen an gesundem Bestehenden festhielt und erst nach reiflicher Überlegung überlebte Formen und Einrichtungen beseitigte und sie durch Besseres ersetzte. So blieben die technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen erhalten. In Aufbau und Arbeitsweise sowie in der inneren Haltung mußte jedoch manches beseitigt und unserer heutigen Weltanschauung angepaßt werden. Als Grundlage für eine neue fachliche Zusammenfassung der Technik schlossen sich im Frühjahr 1933 nachstehende Vereine als gründende Verbände zur „Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit" (RTA) zusammen[1]):

Verein deutscher Ingenieure,
Verband Deutscher Elektrotechniker,
Verein deutscher Eisenhüttenleute,
Deutsche Gesellschaft für Bauwesen,
Schiffbautechnische Gesellschaft,
Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute,
Deutsche Gesellschaft für Metallkunde und
Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft.

Die RTA wurde Nachfolgerin des erwähnten „Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine". Als Ziel und Aufgabe der RTA wurde festgelegt:

1. *Wahrnehmung gemeinsamer Belange auf technischem, wissenschaftlichem und rechtlichem Gebiet, die repräsentative Vertretung im In- und Ausland sowie die Propaganda für die Bedeutung der Technik im Leben des Volkes;*
2. *richtiger Einsatz von Technik und Ingenieur für die Aufgaben des neuen Staates;*
3. *planvolle Gestaltung technischer Forschung und ihre Auswertung durch planmäßigen Einsatz der Mittel, die Herstellung lebendiger Fühlungnahme zwischen Forscher und Praxis und die Berichterstattung über die Ergebnisse in einem organisch aufgebauten, von überflüssigem Ballast befreiten Schrifttum;*
4. *Gestaltung und Ordnung des geistigen Rüstzeugs der technisch-wissenschaftlichen Arbeit durch Ausbau der Normen für Begriffe, Bezeichnungen und Sinnbilder, Stoffe, Bauteile, Geräte, Regeln, Lieferarten, Betriebs- und Verwaltungs-, Bau- und Sicherheitsvorschriften, die die Wissenschaftler und Praktiker bei den Behörden, in der Schule, in den Betrieben, Anlagen und auf Baustellen benötigen;*
5. *Behandlung aller einschlägigen Fragen der Berufsausbildung sowie der Fortbildung aller in der Technik tätigen Berufe;*
6. *Pflege des Berufsethos durch Schaffung eines Ehrengerichts, Vereinheitlichung der Aufnahmebedingungen, Schutz der Berufsbezeichnung, Sorge bei Not usw.*

Ausgeschlossen sind Erwerbs- oder sonstige eigenwirtschaftliche Zwecke.

Die RTA hat durch den Stellvertreter des Führers am 26. 9. 1933 die Anerkennung der Reichsleitung der NSDAP gefunden[2]). Am 5. 6. 1934 übernahm der Beauftragte des Stellvertreters der Führers für alle Fragen der Technik und deren Organisationen, der Generalinspektor

[1]) ETZ 54 (1933) S. 681.
[2]) Völkischer Beobachter, Berliner Ausgabe, Ausgabe A, 46. Jahrgang, 271. Ausg. vom 28. 9. 1933.

für das deutsche Straßenwesen, Dr.-Ing. Todt, die Leitung der RTA[3]).

Die Reichsgemeinschaft der Technisch-Wissenschaftlichen Arbeit ist mit der Zusammenfassung der technisch-wissenschaftlichen Vereine beauftragt worden[4]).

Die RTA umfaßt heute 43 Vereine, die in Fachgruppen eingeordnet sind (Tafel 1), und unterhält sechs Gemeinschaftsorgane; zur Erfüllung ihrer Aufgaben gliedert sie sich in sechs Fachgruppen als vertikale Säulen. Es wird angestrebt, daß jede Fachgruppe nur aus einem einzigen Verein besteht. Wo dies heute noch nicht möglich ist, besitzen die zu einer Fachgruppe zusammengeschlossenen Vereine einen gemeinsamen Vorsitzenden, der für eine möglichst enge Zusammenarbeit innerhalb seines Fachgebietes Sorge trägt.

Tafel 1. Aufbauplan der RTA.

NS-Bund Deutscher Technik (NSBDT)

Reichsgemeinschaft der Technisch-Wissenschaftlichen Arbeit (RTA)

1	2	3	4	5	6
Mechanische Technik: Verein deutscher Ingenieure, Schiffbautechnische Gesellschaft	**Elektrotechnik einschl. Gas und Wasser:** Verband Deutscher Elektrotechniker, Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern	**Chemie:** Bund deutscher Chemiker, Verein Deutscher Zuckertechniker	**Hüttenwesen:** Verein deutscher Eisenhüttenleute usw.	**Bergbau:** Verein Deutscher Bergleute	**Bauwesen einschl. Architektur:** Deutsche Gesellschaft für Bauwesen usw.

Siedlungstechnische Arbeitsgemeinschaft
Arbeitsgemeinschaft für Werkführung
Arbeitsgemeinschaft Technik und Recht
Arbeitsgemeinschaft Technik und Verwaltung
Wehrtechnische Arbeitsgemeinschaft
Arbeitsgemeinschaft für berufsständische Fragen

Fachgruppe 1: Mechanische Technik.

Führender Verein dieser Fachgruppe ist der „Verein deutscher Ingenieure" (VDI), gegründet 1856, unterteilt in 53 Bezirksvereine und 4 Auslandsverbände. Vereinsorgan ist die „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure", die im 80. Jahrgang vorliegt. Monatlich erscheinende Druckschriften des VDI sind „Technik und Wirtschaft", „Maschinenbau/Der Betrieb", „Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen", „Heizung und Lüftung", „Zeitschrift für Metallkunde" und „Technik in der Landwirtschaft". Weiterhin werden jährlich sechs Hefte herausgegeben von „Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens" und „Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik". Das VDI-Jahrbuch und die VDI-Forschungshefte sollen ebenfalls erwähnt werden.

Dem VDI sind nachstehende Vereine korporativ angegliedert:

1. Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft, gegründet 1904.

Dieser Verein bezweckt die Förderung des Kraftverkehrs im allgemeinen und insbesondere in technisch-wissenschaftlicher Beziehung. Er gibt die „Automobiltechnische Zeitschrift" heraus.

2. Deutscher Kälteverein, gegründet 1909, drei Bezirksvereine (Berlin, Hamburg, Rheinland).

Ziel des „Deutschen Kältevereins" ist Förderung der deutschen Kältetechnik in technisch-wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht sowie Unterstützung von Forschungsarbeiten; sein Organ ist die „Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie".

3. Reichsvereinigung freiberuflicher Ingenieure, gegründet 1933.

Die Vereinigung hat sich zum Ziel gesetzt, die Organisationen der deutschen freiberuflich tätigen Ingenieure zwecks Vertretung und Förderung ihrer gemeinsamen Interessen zusammenzufassen. Mitgliedsvereine sind: der „Bund Deutscher Zivilingenieure", der „Verein Beratender Ingenieure" und der „Verein der Prüfingenieure für Statik".

4. Verein Deutscher Revisions-Ingenieure, gegründet 1894.

Er bezweckt den Zusammenschluß aller Revisions-Ingenieure Deutschlands und einen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiete der Unfallverhütung und Arbeiterwohlfahrt. Er unterhält keine Zeitschrift, gibt aber nach der jährlich stattfindenden Hauptversammlung ein Jahrbuch mit den dort gehaltenen Vorträgen heraus.

5. Verein Deutscher Heizungsingenieure, gegründet 1921, 19 Bezirksvereine.

Der Verein fördert das Gebiet des Heizungs- und Lüftungswesens in technisch-wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht; sein Organ ist die Zeitschrift „Heizung und Lüftung".

6. Reuleaux-Gesellschaft, gegründet 1921.

Zweck der Gesellschaft ist, die Getriebelehre weiter auszubauen und zu verbreiten.

7. Max Eyth-Gesellschaft zur Förderung der Landtechnik, gegründet 1906.

Die Gesellschaft erstrebt den Zusammenschluß der in der Landtechnik arbeitenden Kreise zum Zwecke eines Erfahrungsaustausches und Weitergabe von Anregungen.

8. Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes, gegründet 1821.

Als selbständiger Verein gehört weiterhin zur Fachgruppe „Mechanische Technik" die „Schiffbautechnische Gesellschaft". Sie wurde 1899 gegründet. Ihr Organ ist die Zeitschrift „Schiffbau, Schiffahrt und Hafenbau" sowie ein Jahrbuch.

Fachgruppe 2: Elektrotechnik einschl. Gas und Wasser.

Vorsitzender der Fachgruppe ist der Vorsitzende des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE), Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge VDE.

„Verband Deutscher Elektrotechniker E. V."

Der Verband Deutscher Elektrotechniker E. V. (VDE) wurde am 22. 2. 1893 gegründet. Als Zweck und Ziel wurden festgelegt:

Wahrung und Förderung der Interessen, die das Gebiet des Wirtschaftslebens, der Gesetzgebung und der inneren Organisation der elektrotechnischen Industrie betreffen. Als Leitstern allen Handelns sollte die Liebe zur Wissenschaft obenanstehen, und ihren Fortschritt zu beleben, ihre Verbreitung und Vertiefung zu fördern, die vornehmste Aufgabe des Verbandes sein. Doch auch als Schutz- und Trutzbündnis sollte der Verband jederzeit für die Wahrung und Würde und Bedeutung unserer nationalen Elektrotechnik einstehen.

Die nationalsozialistische Erhebung hat keine grundsätzliche Umstellung der Ziele des Verbandes erfordert, lediglich in seinem äußeren Aufbau sind durch die neue Satzung vom 30. 11. 1933 einige Änderungen eingetreten, die eine straffere Organisation des VDE gewährleisten.

[3]) RTA-Nachr. (1934) Nr. 23.
[4]) RTA-Nachr. (1934) Nr. 26.

Der Verband hat seit 1933 eine günstige Aufwärtsentwicklung genommen und wertvolle Arbeiten durchgeführt. Er ist die Vertretung der deutschen Elektrotechnik im In- und Ausland. Als eine der wichtigsten Aufgaben betrachtet er die Aufstellung von Vorschriften, Leitsätzen, Regeln und Normen, die eine größtmögliche Zweckmäßigkeit und Sicherheit von elektrischen Anlagen, Einzelteilen und Geräten gewährleisten und damit das Leben von Volksgenossen und große Werte unseres Volksvermögens vor Schädigung und Vernichtung bewahren. Die grundlegenden Vorschriften sind von den Behörden anerkannt und werden allen nachgeordneten Stellen als Richtschnur aufgegeben. Die zur Zeit gültige 20. Auflage des Vorschriftenbuches enthält mehr als 100 Arbeiten des Verbandes. Außerdem wurden annähernd 400 DIN VDE-Normblätter verabschiedet.

Über 500 ehrenamtliche Mitarbeiter aus den Kreisen der Behörden, der Industrie, der Elektrizitätswerke und des Elektrohandwerks arbeiten in rd. 50 Ausschüssen mit jährlich mehreren hundert Sitzungen. In engster Zusammenarbeit mit den staatlichen Überwachungsstellen trägt der VDE durch Aufstellung von Umstellvorschriften und -normen an seinem Teile dazu bei, den Devisenmarkt des Reiches zu entlasten.

Der VDE bildet das Sammelbecken *aller Kreise* der deutschen Elektrotechnik. Auf Grund der Arbeiten des VDE hat der Staat auf die Herausgabe eigener Vorschriften auf dem Gebiete der Elektrotechnik verzichtet und die früher bestehenden Verordnungen durch die VDE-Vorschriften ersetzt.

Die internationalen Arbeiten auf dem Gebiete der Normung werden ständig fortgeführt und erweitert wie die Vorschriften des VDE, um der deutschen Elektrotechnik den ihr gebührenden Einfluß sicherzustellen und damit der deutschen Ausfuhr zu dienen. Besonders erwähnenswert sind in dieser Hinsicht die Arbeiten innerhalb der „Internationalen Elektrotechnischen Commission" (IEC), der „Internationalen Hochspannungs-Konferenz" (CIGRE), der „Installations-Fragen-Kommission" (IFK) und dem Internationalen Sonder-Ausschuß für Rundfunkstörungen (CISPR), die einen laufenden regen Austausch mit den führenden Stellen der Elektrotechnik im Ausland bedingen. Die Geschäftsführung der deutschen Ausschüsse und Komitees für die Mitarbeit Deutschlands innerhalb dieser Vereinigungen liegt ebenfalls beim Verband Deutscher Elektrotechniker.

Die auch im VDE-Haus befindliche, neuzeitlich eingerichtete „VDE-Prüfstelle" prüft elektrotechnische Geräte und Anlagenteile hinsichtlich ihrer Vorschriftsmäßigkeit und erteilt zutreffendenfalls die Genehmigung zur Führung eines der gesetzlich geschützten VDE-Kennzeichen. Die Zahl der zur Zeit gültigen Genehmigungsurkunden beläuft sich auf etwa 5000 und verteilt sich auf rd. 400 Firmen, wobei die Zahl der einzelnen mit günstigem Ergebnis geprüften Warengattungen ein Vielfaches der genannten Zahl (etwa 40 000) beträgt. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß Prüfzeichengenehmigungen auch in großer Zahl nicht erteilt werden können, läßt sich auf die bedeutende Anzahl der durchgeführten Prüfungen schließen.

Die Verlagsabteilung des VDE befaßt sich im wesentlichen mit der Herausgabe des „VDE-Vorschriftenbuches", der zahlreichen Sonderdrucke von VDE-Bestimmungen und der sonstigen Veröffentlichungen des Verbandes, von denen vornehmlich die „VDE-Fachberichte" in wissenschaftlichen Kreisen des In- und Auslandes besondere Beachtung gefunden haben.

Die dem VDE angegliederte ETZ-Verlag-G. m. b. H. gibt das wöchentlich erscheinende Verbandsorgan des VDE, die „Elektrotechnische Zeitschrift" (ETZ), und das „Archiv für Elektrotechnik" heraus. In Gemeinschaft mit anderen technisch-wissenschaftlichen Vereinen werden die „Rundschau Technischer Arbeit", die „Technische Zeitschriftenschau" herausgegeben sowie die in englischer, französischer, portugiesischer, russischer, italienischer und spanischer Sprache erscheinende Zeitschrift, in der über den Fortschritt der deutschen Technik berichtet wird.

Etwa 400 Versammlungen und Vortragsveranstaltungen dienen jährlich der fachlichen Weiterbildung der Mitglieder innerhalb der 33 Gaue des VDE. Diese Arbeit geschieht im engen Einvernehmen mit dem NSBDT und den anderen RTA-Vereinen, wobei sich der VDE ausschließlich und unter bewußter Wahrung der festgelegten Grenzen auf das ihm zugeteilte umfangreiche und für Volk und Staat bedeutende Gebiet der Elektrotechnik beschränkt. Bei den Vortragsveranstaltungen wird besonderes Augenmerk auf die Behandlung solcher Tagesfragen gerichtet, die im Interesse des Volksganzen von besonderer Bedeutung sind. So wurde die Werbeaktion des *Amtes für Schönheit der Arbeit* der DAF „Gutes Licht — Gute Arbeit" von unseren Gauen tatkräftig unterstützt, während der Feuerschutzwoche wurden Lichtbilder- und Filmvorträge über dieses Gebiet gehalten. Vorträge über Elektrofahrzeuge, Werbung für die Einsparung devisengebundener Treibstoffe unterstützten die Ziele der Reichsregierung. Fragen aus dem Gebiet des Fernsehens werden in engstem Einvernehmen mit der Deutschen Reichspost und dem zuständigen Ministerium behandelt. Diese Vorträge sind nicht nur für die VDE-Mitglieder bestimmt; alle interessierten Volksgenossen sind gern gesehene Gäste.

Die erfolgreich betriebene *Jungingenieur-Arbeit* soll den Gesichtskreis der jungen Fachgenossen weiten und ein engstirniges Spezialistentum nach Möglichkeit verhindern. Diese Arbeit wird in engstem Einvernehmen mit den Dienststellen der Partei geleistet.

In verschiedenen Städten werden Monteur-Fortbildungskurse abgehalten, die von den zuständigen Handelskammern als Vorbereitung zur Meisterprüfung anerkannt sind.

Außer der laufenden Arbeit der VDE-Gaue werden einige größere Tagungen veranstaltet, die über den Rahmen des Alltäglichen hinausgehen. So sind zunächst die jährlichen VDE-Mitgliederversammlungen dazu angetan, die Elektrotechniker aus allen Gauen Deutschlands an einem Ort zusammenzuführen, um in technisch-politischen und wissenschaftlichen Veranstaltungen und in Aussprachen über brennende Tagesfragen den Fortschritt der Technik zu fördern. Besondere örtliche Tagungen, die das Gebiet der Elektrotechnik berühren, werden vom VDE eifrig unterstützt. So beteiligte sich der VDE u. a. maßgebend an der Technischen Tagung in Hamburg im September 1935, an der Elektrotagung in Essen im Januar 1936 und durch besondere Veranstaltungen im Rahmen der Technischen Gauwoche in Sachsen im Oktober 1935. Bei der Leipziger Frühjahrsmesse unterhält der VDE im Hause der Elektrotechnik regelmäßig eine Auskunftstelle.

Als zweiter selbständiger Verein gehört der „*Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern*" der Fachgruppe an. Er wurde im Jahre 1859 gegründet und unterhält 14 Bezirksvereine. Der Verein arbeitet für die Hebung und Förderung der Gas- und Wasserversorgung. Er betrachtet als die wesentlichen Mittel zur Erreichung seines Zwecks die Verhandlungen auf den Vereinsversammlungen, gemeinschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Vereinsfächer, die Behandlung wichtiger Fachfragen, die Mitteilung von Betriebsergebnissen und statistischen Aufzeichnungen sowie die Verbreitung von Erkenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiete der Vereinsfächer. Für seine Veröffentlichungen benutzt er die Wochenschrift „Das Gas- und Wasserfach". Dem Verein gehört das der Technischen Hochschule Karlsruhe (Baden) angegliederte Gas-Institut. Der Verein gibt Vorschriften und Richtlinien auf dem Gebiete der Gas- und Wasserversorgung heraus. Für den Vorschriften entsprechende Gasgeräte ist dem Verein das DIN-DVGW-Prüfzeichen geschützt.

Fachgruppe 3: Chemie.

Die Fachgruppe Chemie wird im wesentlichen repräsentiert durch den „Bund Deutscher Chemiker" (BDCh) mit dem „Verein Deutscher Chemiker" (VDCh), der „Deutschen Chemischen Gesellschaft" und der „Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte Physikalische Chemie". Der VDCh wurde 1887 gegründet und hat 27 Bezirksvereine sowie drei selbständige Ortsgruppen. Nachstehende Vereine sind ihm angegliedert:

1. Die im Jahre 1926 gegründete „Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen" (DECHEMA).

   Wie der Name sagt, arbeitet die Gesellschaft auf dem Gebiete des chemischen Apparatewesens; sie hat seither 125 Normblätter über chemische Apparate veröffentlicht.
2. Verband selbständiger öffentlicher Chemiker Deutschlands, gegr. 1896.
3. Verein Deutscher Chemikerinnen.
4. Deutscher Azetylen-Verein, gegründet 1898.
5. Verband für autogene Metallbearbeitung, gegründet 1909, 75 Ortsgruppen.
6. Verein Deutscher Färber, gegründet 1935, 31 Ortsgruppen.
7. Reichsausschuß für Metallschutz.

Selbständiger Verein der Fachgruppe Chemie ist der Verein Deutscher Zuckertechniker, gegründet 1891, 8 Bezirksvereine. Der Verein leistet technisch-wissenschaftliche und praktische Arbeit der in und für die Zuckerindustrie Beschäftigten.

Fachgruppe 4: Hüttenwesen.

Verein deutscher Eisenhüttenleute (VDEh), gegründet 1860, 2 Zweigvereine.

Der Zweck des Vereins besteht in der Förderung der technischen und wissenschaftlichen Arbeit im Bereiche der eisenschaffenden Industrie. Der Verein gründete das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung. Regelmäßige Veröffentlichungen sind die Wochenzeitschrift „Stahl und Eisen", das „Archiv für das Eisenhüttenwesen" sowie „Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung", „Mitteilungen der Wärmestelle" und „Berichte der Fachausschüsse der VDEh".

Als selbständige Vereine gehören der Fachgruppe an:

Die Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute, gegründet 1912,
Der Verein Deutscher Gießereifachleute, gegründet 1909,

Die Deutsche Glastechnische Gesellschaft, gegründet 1922,

Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, gegr. 1919.

Fachgruppe 5: Bergbau.

Verein Deutscher Bergleute, gegründet 1935.

Zweck des Vereins ist die Berufsvertretung der deutschen Bergleute.

Fachgruppe 6: Bauwesen einschl. Architektur.

Führender Verein ist die „Deutsche Gesellschaft für Bauwesen" (DGfB), gegründet 1871 als „Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine". Er besitzt 54 Bezirksvereine. Der DGfB sind der 1898 gegründete „Deutsche Beton-Verein", der 1904 gegründete „Deutsche Stahlbau-Verband", der 1905 gegründete „Tiefbohrtechnische Verein" und der 1900 gegründete „Reichsverein Deutscher Feuerwehringenieure" angeschlossen. Selbständige Vereine in der Fachgruppe sind:

1. Deutsche Akademie für Bauforschung, gegründet 1920.

   Die Arbeiten der Akademie bezwecken eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Bauens. Die Mitglieder werden in die Akademie berufen.
2. Die Deutsche Kulturtechnische Gesellschaft, deren Ziel in einer Förderung der Bodenkultur liegt, gegr. 1881.
3. Verband Deutscher Kulturtechniker, gegr. 1905.

   Der Verband umfaßt die Absolventen der Kulturbauschulen in staatlichen und kommunalen Stellungen.
4. Deutsche Akademie für Städtebau, Reichs- und Landesplanung, gegründet 1922, 6 Landesgruppen.
5. Forschungsgesellschaft für Straßenwesen, gegründet 1935 (Vorsitz Dr.-Ing. Todt).
6. Hafenbautechnische Gesellschaft, gegründet 1914.

   Die Gesellschaft umfaßt Erbauer von Häfen und deren Mitarbeiter zum Zwecke eines Erfahrungsaustausches. Sie gibt ein Jahrbuch heraus.
7. Der Reichsverband der Deutschen Wasserwirtschaft.
8. Der Wissenschaftliche Verein für Verkehrstechnik.
9. Der Bund der Ingenieure der Reichsbahn, gegr. 1931.

Der RTA gehören sechs Gemeinschaftsorgane an. 1. Der durch sein 5000 Normblätter enthaltendes Sammelwerk bekannte „Deutsche Normenausschuß"; 2. der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen (DATSCH); 3. die „Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittel-Zentrale" (TWL), deren mustergültige Diapositive und hochwerte Lehrmittel allgemein bekannt sind; 4. der „Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung", der Schöpfer des bekannten Refasystems; 5. das Deutsche Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik und 6. Deutscher Verband für Materialprüfungen der Technik.

Noch nicht alle technisch-wissenschaftlichen Vereine haben ihren Eintritt in die „Reichsgemeinschaft" vollzogen.

Von diesen Vereinen seien im Rahmen dieser Arbeit genannt:

1. Die Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung e.V.

Der Zweck dieses Vereins ist die Förderung der gesamten Gebiete der elektrischen Schweißung. Ein eigener wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb ist ausgeschlossen.

Besondere Aufmerksamkeit widmet die Gesellschaft, vornehmlich in Zusammenarbeit mit dem Amt für Arbeitsführung und Berufserziehung der Deutschen Arbeitsfront, der Ausbildung von Elektroschweißern. Da die meisten Lehranstalten dieser Art nicht in der Lage sind, aus eigenen Mitteln die für die Unterweisung der von der Wirtschaft benötigten Schweißer und Schweißingenieure erforderlichen Lehrgeräte zur Verfügung zu stellen, vermittelt die Gesellschaft eine kostenlose Bereitstellung der Geräte und nimmt dabei eine Auslese der gestellten Anforderung vor, um die Unterstützung wirklich nur dort einzusetzen, wo erfolgreiche Arbeit gewährleistet werden kann.

Mehrere 100 Schweißkurse von verschiedener Dauer werden an zahlreichen Orten mit Unterstützung der Gesellschaft durchgeführt. In Berlin und Duisburg unterhält die Gesellschaft eigene Lehr- und Versuchsstätten für Schweißtechnik.

Organ der Gesellschaft ist die Zeitschrift „Elektroschweißung".

2. Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG).

Die DLTG leistet vorbildliche Arbeit auf dem gesamten Gebiet der Lichttechnik und hat sich nicht zuletzt durch ihr Normenwerk einen weit über die Grenzen Deutschlands hinausgehenden Ruf erworben. Dem deutschen Volksgenossen sind ihre Arbeiten aus der großen Aktion „Gutes Licht — gute Arbeit", die von der DLTG in Gemeinschaft mit dem Amt für Schönheit der Arbeit der DAF im vorigen Jahre durchgeführt wurde, noch in bester Erinnerung. Die Mitglieder der DLTG setzen sich zusammen aus Lichttechnikern auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung, der Gasbeleuchtung, Photochemikern, Photographen usw. Vereinsorgan ist die Zeitschrift „Das Licht".

3. Die Deutsche Röntgengesellschaft.

Ihre Arbeiten liegen vorwiegend auf dem technisch-wissenschaftlichen Gebiet des Röntgenwesens. Das Vereinsorgan der Deutschen Röntgengesellschaft ist die Monatszeitschrift „Röntgenpraxis".

4. Der Deutsche Amateur-Sende- und Empfangsdienst (DASD).

Der DASD erforscht die Ausbreitungsvorgänge bei Kurzwellen und vertritt die Belange der Kurzwellen-Amateure.

Außer den oben behandelten Vereinen gibt es noch technisch-wissenschaftlich arbeitende Institute, die zwar keineswegs den Charakter eines RTA-Vereins tragen, in diesem Zusammenhang jedoch erwähnt werden müssen. Den Elektrotechniker interessiert hier vor allem die 1924 gegründete „Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens", die ein Bindeglied zwischen der Arbeit des Forschers und der Technik bilden will. Von den Arbeiten des von dieser Gesellschaft gegründeten „Institutes für Schwingungsforschung" hat jeder Hoch- und Fachschüler Kenntnis.

Weiter ist hier zu nennen die 1921 gegründete „Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen". In dieser Gesellschaft arbeiten namhafte deutsche Elektrizitätswerke und Hochspannungsgeräte herstellende Firmen in Gemeinschaft mit Wissenschaftlern und Forschern, um auf dem Gebiete der Hochspannungstechnik und Kraftübertragung besondere Forschung zu treiben und die Erfahrungen unter den beteiligten Kreisen auszutauschen und so wirtschaftliche Fehlschläge und finanzielle Verluste weitgehend zu vermeiden. Besonders bekannt geworden ist die Studiengesellschaft durch ihre Arbeiten auf dem Gebiete der Gewitterforschung.

Im Dezember 1935 wurde die „Arbeitsgemeinschaft für berufsständische Fragen" in der RTA gebildet. Sie bearbeitet die berufsständischen Fragen der deutschen Ingenieure insgesamt. Weitere Arbeitsgemeinschaften sind die „Siedlungstechnische Arbeitsgemeinschaft", die „Arbeitsgemeinschaft für Werkführung", die „Arbeitsgemeinschaft für Technik und Recht", die „Arbeitsgemeinschaft für Technik und Verwaltung" und die „Wehrtechnische Arbeitsgemeinschaft". Diese Arbeitsgemeinschaften besitzen keine eigenen Mitglieder. In ihr finden sich Mitarbeiter aus den sechs Fachgruppen der RTA zusammen (siehe Tafel 1).

Politische Organisationen.

Bereits im Jahre 1930 wurde die Notwendigkeit erkannt, den deutschen Ingenieur zur tätigen Mitarbeit am Aufbau des nationalsozialistischen Staates aufzurufen. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Kampfbundes für Deutsche Kultur der „Kampfbund der Deutschen Architekten und Ingenieure" (KDAI) damals ins Leben gerufen. Er sollte das Sammelbecken aller deutsch denkenden Ingenieure werden, die gewillt waren, der Bewegung ihre Schaffenskraft zur Verfügung zu stellen.

Nachdem die RTA gegründet und die Vereine unter neuer Führung sich freudig dem Staat für die Aufbauarbeit zur Verfügung stellten, wurden vorhandene Spannungen zwischen dem KDAI und den RTA-Vereinen wesentlich geringer.

Die Entwicklung nach der Machtübernahme erforderte den schnellen Einsatz der deutschen Ingenieure auf allen Gebieten der Technik und Wirtschaft. Zur Beseitigung noch vorhandener Unstimmigkeiten und Mißverständnisse griff der Stellvertreter des Führers im September 1933 letztmalig ordnend ein. Er stellte fest, daß die in der RTA zusammengeschlossenen Vereine und Verbände sich unter nationalsozialistische Führung gestellt haben und von der NSDAP anerkannt werden. In der Verordnung heißt es weiter:

„Wie schon aus der Verfügung vom 25. 4. 33 zum Ausdruck gebracht ist, ist es nicht Aufgabe des KDAI, die von diesen Verbänden bisher geleistete technisch-wissenschaftliche Arbeit unter Ausschaltung dieser Verbände zu übernehmen."[5])

Nationalsozialistischer Bund Deutscher Technik (NSBDT).

Einen weiteren Markstein zu dem Aufbau einer fruchtbringenden Gemeinschaftsarbeit bildet die Anordnung des Stellvertreters des Führers vom 31. 5. 1934[6]), in der die Auflösung des KDAI ausgesprochen wird. Die Aufgaben des Kampfbundes gingen auf den „NS-Bund Deutscher Technik" über, der der Stabsleitung der Politischen Organisation bei der Reichsleitung untersteht. Zum Vorsitzenden des NSBDT wurde Gottfried Feder bestimmt, zu seinem Stellvertreter Dr. Todt. Pg. Seebauer wurde kommissarisch mit der Geschäftsführung des NSBDT betraut. Die Mitglieder des bisherigen KDAI wurden, soweit sie Parteigenossen waren, in den NSBDT überführt. Die Mitglieder des KDAI, die die Mitgliedschaft der Partei nicht besaßen, galten vorläufig als außerordentliche Mitglieder des NSBDT. Neue Mitglieder für den NSBDT durften nunmehr nur aus den Reihen der Parteigenossen gewonnen werden. Heute kennt der NSBDT keine außerordentlichen Mitglieder mehr. Mitglieder sind diejenigen Mitglieder der RTA-Vereine, die Parteigenossen im Sinne der Partei sind und die am 15. 3. 35 der SS, SA, SA-Res. oder NSKOV angehörten und die Mitgliedschaft im NSBDT besaßen. Am 7. August 1934 wurden im Interesse einer engen Zusammenarbeit und einer weiteren Vereinheitlichung der technischen Organisationen die Geschäftsstellen der RTA und des NSBDT zusammengelegt[7]). Der Beauftragte für die Technik und deren Organisationen beim Stabe des Stellvertreters des Führers, Dr.-Ing. Todt, gab am gleichen Tage u. a. nachstehendes bekannt[8]):

„In Deutschland sind heute im Dienste um den Neuaufbau des Reiches, im Kampfe um die vollständige Beseitigung der Arbeitslosigkeit und im Ringen um die wirtschaftliche Unabhängigkeit die größten und schwierigsten technischen Aufgaben zu lösen. Die gründlichste Facherfahrung und wissenschaftliche Arbeit sind hierfür ebenso unentbehrlich wie ein nationalsozialistisches Gewissen, das darüber wacht, daß im nationalsozialistischen Deutschland technisches Können nicht mehr rein materiell oder gar eigennützig ausgewertet wird, sondern dem nationalsozialistischen Aufbau des Reiches zu dienen hat. Revolution und Tradition sind für den Neuaufbau der Technik keine Gegensätze, sondern die beiden gleichwertigen Grundpfeiler."

Mit gleichem Tage wurde bestimmt, daß in jedem Gau sofort Arbeitsausschüsse zu bilden sind, die sich zusam-

[5]) ETZ 54 (1933) S. 1030.
[6]) RTA-Nachr. Nr. 23 vom 5. 6. 1934.
[7]) RTA-Nachr. Nr. 35 vom 29. 8. 1934.
[8]) Völkischer Beobachter 46. Jahrg., 271. Ausg. vom 28. 9. 1933.

mensetzen aus dem Gaudienststellenleiter des NSBDT und den Vorsitzenden der im Gaubereich vertretenen RTA-Vereine.

Der NSBDT ist in Gaue eingeteilt, deren Grenzen mit denen der Gaue der NSDAP übereinstimmen. Die Leitung eines NSBDT-Gaues untersteht einem Gaudienststellenleiter. Soweit nötig, sind weitere Unterteilungen mit Kreisdienststellenleitern vorgenommen. Am 7. 12. 1934 erließ Dr. Todt in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des „Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik" einerseits und als Präsident der „Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit" anderseits nachstehende Anordnung:

„1. Der NSBDT ist der Träger nationalsozialistischer Gesinnung in der technischen Arbeit. Er erfaßt alle Fachgenossen, die Parteigenossen sind. Außer den bisherigen Mitgliedern sind ihm daher alle Parteigenossen zuzuführen, die bisher nur Mitglieder eines Fachvereins waren.

2. Die technisch-wissenschaftlichen Vereine sind die Träger der wissenschaftlichen Arbeit in der Organisation der Technik. Jeder Fachgenosse, auch die bisherigen Mitglieder des NSBDT, wählt nach seinem Beruf seinen Fachverein.

3. Der deutsche Ingenieur zahlt künftig nur einen Beitrag über seinen Fachverein. Die Zugehörigkeit zum NSBDT ist beitragsfrei. Die für die politische und fachliche Gemeinschaftsarbeit sowie für die Verwaltung erforderlichen Mittel sind von den Fachvereinen bereitzustellen. Übergangsregelung für 1935 erfolgt nach besonderer Weisung."

Dieser Zusammenschluß stellt einen weiteren Schritt auf dem Wege des Zusammenwachsens von nationalsozialistischer Willensbildung und fachlichem Wissen und Können dar. Durch diesen gegenseitigen Austausch haben die Parteigenossen die Möglichkeit, bei der gemeinsamen fachlichen Arbeit unmittelbar den politischen Willen des neuen Staates zum Ausdruck zu bringen und werbend für die weltanschaulichen Ideen des Nationalsozialismus zu wirken.

Nach dieser Anordnung sind alle Mitglieder des NSBDT verpflichtet, der RTA beizutreten, und zwar der Fachrichtung, die ihrem Beruf entspricht, so daß der NSBDT nunmehr einen Orden innerhalb der RTA bildet; seine Arbeiten werden von der Gesamt-RTA finanziert.

Der NSBDT ist keine Gliederung der Partei, sondern ein der NSDAP angeschlossener Verband.[9])

Zur örtlichen Zusammenfassung und gleichsinnigen Ausrichtung aller technischen Organisationen sind in den einzelnen Gauen der NSDAP besondere Gauobmänner NSBDT-RTA ehrenamtlich tätig. Diese Obmänner werden im Einvernehmen mit dem politischen Gauleiter ernannt. In vielen Fällen besteht zwischen dem Gauobmann NSBDT-RTA und dem Gaudienststellenleiter des NSDBT Personalunion.

Amt für Technik.

Das Amt für Technik ist durch eine Verordnung des Stellvertreters des Führers vom 31. 5. 34[10]) als jüngste Organisation der NSDAP ins Leben gerufen worden. Das Amt für Technik ist die Nachfolgeorganisation der Unterkommission der politischen Zentralkommission für Wirtschaftstechnik und Arbeitsbeschaffung (U. III B der P.Z.K. der NSDAP), die ihrerseits aus der Ingenieurtechnischen Abteilung der NSDAP (ITA) im Dezember des Jahres 1932 hervorging. Die Oberleitung des Amtes für Technik wurde Gottfried Feder übertragen, die Stellvertretung Dr. Todt. Amtsleiter des Amtes für Technik ist Pg. Seebauer. Das Amt für Technik ist der Stabsleitung der Politischen Organisation bei der Reichsleitung unterstellt. Seit November 1934 liegt die Oberleitung des Amtes für Technik und der Vorsitz im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik in Händen von Pg. Dr. Todt.[11]) In den einzelnen politischen Gauen liegen die Aufgaben des Amtes für Technik in Händen besonderer Gauamtsleiter.

„Das Amt für Technik will keine gebundene Dienststelle mit behördlichem Charakter darstellen, sondern will lebendiges Bindeglied und Treuhänder zwischen Technik, Wirtschaft, Partei und Staat sein. Seine Aufgabe ist es, darüber zu wachen, daß die Technik dem Volke und Staat dienstbar gemacht wird."[12]) „Die grundsätzliche Stellung der Technik im Leben des Volkes herauszustellen und den Männern der Technik einzuprägen, ist der tiefere Sinn der Aufgabe, die das Amt für Technik der NSDAP zu erfüllen hat."[13])

Das Amt für Technik bedient sich bei der Durchführung seiner Aufgaben der im NSBDT politisch und weltanschaulich geschulten Partei- und Volksgenossen.

Wir gewinnen aus vorstehenden Ausführungen die Erkenntnis, daß

1. die technisch-wissenschaftliche Arbeit eine Aufgabe der Fachvereine ist;
2. die politisch-weltanschauliche Ausrichtung Aufgabe des NSBDT ist;
3. alle berufsständischen Fragen von der „Arbeitsgemeinschaft für berufsständische Fragen bei der RTA" bearbeitet werden (auf die besonderen Aufgaben der „Deutschen Arbeitsfront" kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden);
4. das Amt für Technik maßgebend ist für Art und Einsatz der Technik.

Als Abschluß dieser Betrachtungen sei eine Notiz wiedergegeben aus dem „Völkischen Beobachter" vom 18. 1. 1936:

„Der Stellvertreter des Führers, Rudolf Heß, empfing den Generalinspektor Dr. Todt in seiner Eigenschaft als Hauptamtsleiter der Partei und Leiter der technischen Organisationen zum Bericht über die Tätigkeit und künftige Entwicklung der von Dr. Todt geführten technischen Verbände. Der im Jahre 1935 beschrittene Weg einer Zusammenfassung der bestehenden Fachverbände in der Reichsgemeinschaft technisch-wissenschaftlicher Arbeit (RTA) unter Aufrechterhaltung ihrer technisch-wissenschaftlichen Selbständigkeit und das Zusammenziehen aller in den Fachvereinen stehenden Parteigenossen im Nationalsozialistischen Bund deutscher Technik wurde vom Stellvertreter des Führers gutgeheißen und die weitere Entwicklung in der bisher eingehaltenen Richtung, sowie die weiteren Aufgaben des Amtes für Technik besprochen. In engster Zusammenarbeit mit der Partei wird die deutsche Technik ihren organisatorischen Aufbau allmählich und unter Vermeidung vorschneller Maßnahmen zielbewußt zu Ende führen."

---

[9]) § 3 der Verordnung des Führers im „Völkischen Beobachter" vom 14. 4. 1935.

[10]) RTA-Nachr. Nr. 23 vom 5. 6. 1934.

[11]) ETZ 55 (1934) S. 1212.

[12]) Gauamtsleiter Böttcher in Deutsche Licht- und Wasserfachzeitung Nr. 15 vom 18. 7. 1935.

[13]) Oberbürgermeister Dillgardt, Technische Mitteilungen, Essen, H. 20 vom 16. 10. 1935.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München,

Hauptstadt der Bewegung,
vom 2. bis 4. Juli 1936.

Donnerstag, den 2. Juli 1936.

8 h Jungingenieur-Treffen
Deutsches Museum, Sitzungssaal 3.

9 h Vorstandssitzung
Deutsches Museum, Sitzungssaal 1.

10 h 30 m Vorstandsratsitzung
Deutsches Museum, Sitzungssaal 2.

14 h 45 m Fachberichte
Deutsches Museum.
A I Kraftwerke,
B I Messung,
C I Maschinen und Transformatoren,
D I Steuerung und Regelung,
E I Fernmeldetechnik.

20 h Begrüßungsabend,
gegeben von der Stadt München im Deutschen Theater.

Freitag, den 3. Juli 1936.

10 h Mitgliederversammlung (Geschäftsitzung)
Deutsches Museum, Kongreßsaal.
1. Begrüßung,
2. Jahresbericht des Geschäftsführers,
3. Geschäftliches,
4. Vortrag.

14 h 45 m Fachberichte
Deutsches Museum.
A II Bau und Betrieb von Netzen,
B II Industrielle Anwendungen,
C II Stromrichter,
D II Schaltgeräte,
E II Hochfrequenztechnik.

20 h Gemeinsames Abendessen und Tanz
Deutsches Museum, Kongreßsaal.

Sonnabend, den 4. Juli 1936.

8 h Besichtigungen:
1. Städt. El.-Werke, Dampfkraftwerk an der Isartalstraße,
2. Städt. El.-Werke, Zählereichwerk an der Feilitzschstraße,
3. Deutsches Museum, Sonderführung durch die interessantesten Gebiete der Elektrotechnik,
4. Bauten der NSDAP. — Haus der Deutschen Kunst, Führerbauten an der Arcisstraße, Königsplatz.

8 h 45 m Fachberichte
Deutsches Museum.
A III Relais und Schutzschaltungen,
B III Bahnen,
C III Schaltvorgänge,
D III Lichttechnik.

Sonderveranstaltungen.

Donnerstag, den 2. Juli 1936.

Veranstaltungen für Damen.

10 bis 12 h 30 m Stadtrundfahrt mit Besichtigung des Flughafens.

14 bis 18 h Besuch des Tierparks Hellabrunn.

Freitag, den 3. Juli 1936.

9 bis 12 h Führung durch die Münchener Kunstgalerien.

14 bis 18 h Fahrt an den Tegernsee und Kaffee in Kaltenbrunn.

Sonnabend, den 4. Juli 1936.

Gemeinsame Veranstaltungen.

13 h Ausflug an den Chiemsee. Dampferfahrt, Besichtigung der Fraueninsel, Schloß Herrenchiemsee. Abendessen und Tanz.

Sonntag, den 5. Juli 1936.

Gemeinsame Besichtigungen von auswärtigen Kraftwerken:
1. Uppenbornkraftwerk der Stadt München bei Moosburg,
2. Walchenseewerk der Bayernwerk AG.,
3. Walchenseewerk mit Fahrt über den Walchensee, Garmisch, Murnau, Starnberg,
4. Kraftwerk Finsing der Mittleren Isar AG. mit Kläranlage Großlappen und Fischteichanlagen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarcksr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlungen.

Fachgruppe: Elektrophysik.

Fachgruppenleiter: Dr. phil. G. Mierdel VDE.

Vortrag

des Herrn Direktor Dr.-Ing. E. Kirch VDE am Dienstag, dem 5. Mai 1936, um 20 Uhr in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Über das dielektrische Verhalten technischer Isolierstoffe".

Inhaltsangabe:

1. Kritische Stellungnahme zu den einschlägigen Veröffentlichungen.
2. Eigene Versuche.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachgruppe: Röhrentechnik.

Fachgruppenleiter: Dr.-Ing. H. Kerschbaum VDE.

Vortrag

des Herrn Dr. W. Espe am Donnerstag, dem 7. Mai 1936, 20 h in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Glas-Metall-Verschmelzungen".

Inhaltsangabe:

I. Allgemeines über Glas.
II. Allgemeines über Glas-Metall-Verschmelzungen.
1. Spannungsfreiheit
a) Ausdehnungsspannungen
b) Kühlspannungen
c) Strombelastungsspannungen

2. Haften von Glas an Metall
3. Blasenfreiheit der Einschmelzstelle.

III. Werkstoffe für Glas-Metall-Verschmelzungen und Einschmelztechnik
1. Einschmelzungen
2. Anschmelzungen.

IV. Technische Ausführungen von Glas-Metall-Verschmelzungen
1. von Einschmelzungen
2. von Anschmelzungen.

V. Quarz-Metall-Verbindungen.

VI. Keramik-Glas-Verbindungen.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Veranstaltungen finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernr.: F 2 3141

4. 5. 36 „Fabrikation von Starkstromkabeln" (Vortragender: Ing. Stein)

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Dipl.-Ing. K. Wagner, Charlottenburg, Horstweg 4, Fernr.: C 4 0011, App. 3013

5. 5. 36 „Stabilisierte Stromquellen" (Vortragender: Dr.-Ing. Seidelbach)

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. F. Hauffe VDE, Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernr.: D 9 2101

6. 5. 36 „Schwingungserzeugung mit gittergesteuerten Gasentladungsgefäßen" (Vortragender: Ing. P. Drewell)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE, Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernr.: D 1 0014, App. 404

7. 5. 36 „Stoßvorgänge in Transformatorwicklungen" (Vortragender: Dr.-Ing. Frühauf)

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r, Fernr.: C 4 0011, App. 2631

8. 5. 36 „Stromrichter für Hochstromanlagen" (Vortragender: Dr.-Ing. Kübler)

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer.
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Danzig. 4. 5. (Mo), 20 h, T. H.: „Elektrolastfahrzeuge, die Verwender heimischer Treibstoffe" (mit Lichtb. u. Film). Dir. G. Lucas VDE.

Gau Ostpreußen, Königsberg. 4. 5. (Mo), 17 h: Treffen in Allenstein, Restaurant Jacobsberg. Besichtigung des Allekraftwerks und des Heimatmuseums im Schloß. Abendessen im Hotel Kronprinz. Vortrag „Das Fachschulwesen für die Elektrotechniker". Dipl.-Ing. Herhahn VDE.

Gau Ostsachsen, Dresden, gemeinsam mit der Ortsgr. Dresden der Deutschen Gesellschaft für Technische Physik und dem Bezirksverein Dresden des VDI. 30. 4. (Do), 19 h 45 m, T. H.: „Röntgenstrahlen und Werkstoffforschung" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Dr.-Ing. R. Glocker.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. Riso †. — Dir. Franz Riso VDE, seit 1923 Vorstandsmitglied der Esag in Halle, wurde am 19. 2. 1936 durch einen plötzlichen Tod aus einem arbeits- und erfolgreichen Leben abberufen. Am 22. 2. 1877 in Wevelinghofen am Niederrhein geboren, erhielt er seine Schulausbildung in Solingen, um später an der Dortmunder Maschinenbauschule die technischen Grundlagen für seinen Beruf zu erwerben. Nachdem er kurze Zeit als Konstrukteur von Bahnmotoren bei den Schuckertwerken in Nürnberg tätig gewesen war, bekleidete er eine Reihe von leitenden Stellungen in Straßenbahnunternehmungen. Im Jahre 1915 kam er an die Westfront, wo er in der Militärverwaltung als Landesrat bei der Elektrizitätsversorgung der Front tätig war. Gegen Ende des Krieges wurde er von der Firma Siemens nach Berlin gerufen und übernahm im Jahre 1921 die Leitung des Überlandwerkes Südharz in Bleicherode. Auf Grund seiner dortigen Erfolge berief ihn die Provinzialverwaltung im Jahre 1923 in den Vorstand der Esag in Halle, der er seitdem an maßgebender Stelle angehört hat.

F. Riso †.

Die Esag verdankt ihm seitdem ihren Ausbau und die organische Entwicklung zu ihrer heutigen Bedeutung. Er hat das Kraftwerk Groß-Kayna aus kleinen Anfängen heraus zu einem Werk von 56 000 kW entwickelt und das Leitungsnetz der Esag so ausgebaut, daß die Stromabgabe von 165 Mill kWh im Jahre 1922 auf 473 Mill kWh im Jahre 1935 gestiegen ist. Seine vielseitigen Erfahrungen und seinen wirtschaftlichen Weitblick stellte er über den Kreis der Esag und der eng mit ihr verbundenen Mansfelder Kleinbahn hinaus auch im größeren Rahmen der Allgemeinheit zur Verfügung; so gehörte er dem Aufsichtsrat der Leipziger Landkraftwerke und der Kleinwohnungsbau AG. Halle sowie der Industrie- und Handelskammer Halle seit vielen Jahren an.

Die warmherzige Fürsorge, die Herr Dir. Riso auch dem einfachsten seiner Mitarbeiter entgegenbrachte, begründete seine starke Verbundenheit mit allen Mitgliedern der von ihm geleiteten Unternehmungen. Seine reichen menschlichen Vorzüge in Verbindung mit seinem rheinischen Humor haben ihm einen großen Freundeskreis geschaffen, der mit aufrichtiger Trauer an seinem Grabe stand.

C. Kreyssig.

Auszeichnungen. — Der Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat in seiner Hauptversammlung am 16. 4. Herrn Geheimrat Dr.-Ing. E. h. Prof. Johann Ossanna VDE, München, in Würdigung seiner besonderen Leistungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik die Goldene Ehrenmünze verliehen.

Hochschulnachrichten. — Dr. h. c. Prof. Dr. Peter Debye, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik, wurde zum ord. Prof. der Physik an der Universität Berlin ernannt. — Richard Tröger VDE, Direktor der AEG, wurde beauftragt, an der T. H. Berlin das Lehrgebiet „Konstruktion und Verwendung von Stromrichtern" in Vorlesungen und Übungen zu vertreten. — An der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich habilitierten sich als Privatdozenten Dr. K. Berger, Ingenieur im Generalsekretariat des SEV, für Hochspannungstechnik, und Dr. H. Stäger, berat. Ingenieur, für Werkstoffkunde der Elektrotechnik.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Meßbrücken und Kompensatoren. Von Dr. J. Krönert. Band 1: Theoretische Grundlagen. Mit 350 Abb. u. 282 S. im Format 170 × 240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1935. Preis geb. 13,80 RM.

Das Krönertsche Buch, von dem der erste Band vorliegt, ist offenbar dazu berufen, eine empfindliche Lücke im Schrifttum auszufüllen. An einer zusammenfassenden Darstellung der praktisch verwendeten Meßbrücken und Kompensatoren, insbesondere unter Berücksichtigung der Entwicklung in der neueren Zeit hat es noch völlig gefehlt. Der Verfasser, maßgebender Mitarbeiter der Siemens & Halske AG. auf dem Gebiet des Buches, bietet von vornherein Gewähr dafür, daß sein Buch den Stand der Technik gebührend berücksichtigt und die Erfahrungen einer großen Meßgerätefirma verkörpert.

Der vorliegende erste Band trägt den Titel „Theoretische Grundlagen" und behandelt nach einer physikalischen Einleitung die Meßbrücken und Kompensatoren für Gleichstrom und Wechselstrom, sowie alles Zubehör, wie Indikatoren, Stromquellen, Verstärker, Normalien usw. Besonders hervorgehoben werden kann die große Vollständigkeit, insbesondere der beschriebenen Schaltungen und, soweit der Berichterstatter dies beurteilen kann, die objektive, nicht ängstlich am Firmeninteresse klebende Darstellung. Der Fachmann wird in dem Buch wohl kaum etwas für die heutige praktische Meßtechnik wesentliches vermissen. Der Verfasser verrät nicht nur eine genaue Kenntnis des ganzen einschlägigen Schrifttums, sondern zitiert es auch unter Verweisung auf ein sehr reichhaltiges Verzeichnis. Angenehm für den Leser ist es auch, daß trotz des Titels „Theoretische Grundlagen" nicht nur Theorie behandelt wird, sondern daß sofort bei der Besprechung der Schaltungen auch ihr Verwendungszweck angegeben wird.

Freilich leidet das Buch auf Grund seiner Anlage an einigen Schwächen, die nicht unerwähnt bleiben dürfen. Die große Vollständigkeit in Verbindung mit dem wahrscheinlich von vornherein festgelegten Umfang des Buches haben dazu geführt, daß die Erläuterungen teilweise recht knapp ausgefallen sind, so daß es nicht ganz einfach ist, die Wirkungsweise aller angegebenen Schaltungen zu verstehen. Vielleicht wäre es besser gewesen, das vorgebrachte Material noch schärfer zu sieben und das übriggebliebene eingehender zu erläutern.

Darüber hinaus sind aber auch Mängel vorhanden, die nicht in der Grundanlage des Buches begründet sind und bei späteren Auflagen leicht beseitigt werden können. Vor allen Dingen ist noch eine ziemlich große Zahl von Druckfehlern stehen geblieben. Auch fehlt es an der erwünschten Straffheit der Beziehung zwischen Text und Abbildungen. In den Formeln kommen Zeichen vor, die sich auf die Schaltung beziehen, in der Schaltung aber nicht erläutert sind. Umgekehrt gibt es zahlreiche Abbildungen, deren Inhalt im Text nicht ausreichend erklärt ist, sogar in der physikalischen Einleitung. Auch wäre wohl eine etwas straffere Fassung theoretischer Ableitungen häufig wünschenswert.

Die genannten Mängel sind aber nicht wesentlich, sie erschweren nur etwas die Lektüre und das Verständnis des Buches. Das Buch stellt zweifellos eine sehr wertvolle Bereicherung des technischen Schrifttums dar und man kann ihm deshalb recht zahlreiche Auflagen wünschen. H. Piloty VDE.

Einführung in die angewandte Akustik insb. in die neueren Probleme d. Schallmessg., Schallübertrag. u. Schallaufzeichng. Von Dr. H. J. v. Braunmühl u. W. Weber. Mit 154 Abb. u. 216 S. im Format 155 × 225 mm. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1936.

Die Anwendungsgebiete der Akustik, wie Rundfunk, Tonfilm, Schallplatte usw. lassen in einem großen Kreis von Menschen den Wunsch entstehen, über die akustischen Grundlagen dieser Erscheinungsformen unterrichtet zu werden. Diesem Bedürfnis wird das vorliegende Buch in glücklicher Weise gerecht, vermittelt es doch durch die Auswahl des Stoffes und die Art seiner Behandlung auch einem Fernstehenden einen Einblick in die Schalltechnik. Nach einer kurzen Darstellung der physikalischen und physiologischen Grundbegriffe werden Mikrophone und Lautsprecher sowie die Schallmeßverfahren ausführlich besprochen. Der Abschnitt über die Schallaufzeichnungsverfahren wird über den Kreis der Elektroakustiker vielen Rundfunkspielleitern willkommen sein. Die Beeinflussung des Klangbildes durch den Raum oder durch Störschall wird in neuartiger Weise in dem Abschnitt über natürliche Klangbilder einschließlich Raum- und Bauakustik behandelt. Hierin sowie in dem Schlußabschnitt über übertragene Klänge werden die Klangschaffenden nützliche Anregungen finden. Das Buch kann nicht nur zur Einführung empfohlen werden, da es darüber hinausgehend auf den angedeuteten Teilgebieten einen breiteren Überblick gewährt. E. Lübcke.

Die große Rundfunk-Fibel. Eine leicht verständliche und doch gründliche Einführung in die Rundfunktechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 66.) Mit 124 Abb. u. 214 S. im Format 140×200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis kart. 4 RM, geb. 5,50 RM.

Der Verfasser will „eine leicht verständliche, aber doch gründliche Einführung in die Rundfunktechnik" geben; das ist ihm vollauf gelungen. Als „Fibel" ist das Buch natürlich in erster Linie für den Laien und Anfänger bestimmt, der (nach dem Schlußwort), wenn er bis zum Ende ausgehalten hat, imstande ist, Bücher und Aufsätze funktechnischen Inhalts mit Verständnis zu lesen. Alle Zusammenhänge werden grundlegend erklärt, Schwierigkeiten werden nicht umgangen, sondern ausführlich besprochen; die Sprache ist klar und leicht faßlich bis auf ein paar Kleinigkeiten, die unschön wirken wie Ohmzahl, Voltzahl, Amperezahl statt Widerstand, Spannung, Stromstärke; auch Durchgriffsprozente, Hochvoltröhren und Hochohmwiderstände sind unglücklich; die Zeichnungen sind ganz vorzüglich. Zwei Fehler seien hier berichtigt: Im rechten Teil der Abb. 28 muß es heißen: Netz 220 V liefert 80 W (nicht 40 W); auf S. 174: Die Gittervorspannung des Audions ist infolge der Anschaltung des hohen Widerstandes nicht null, sondern negativ! — Jeder Bastler sollte das Buch durcharbeiten, ehe er bastelt, und jeder Funkhändler, ehe er Funkgeräte verkauft. K. Mühlbrett VDE.

Annuaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Construction du matériel électrique, entreprise et installation, production et distribution de l'énergie et traction électrique. Edition 1935—1936. Herausg. v. Union des Syndicats de l'Electricité, Paris. Mit XXXVIII, 1200 u. 147 S. im Format 145 × 215 mm. Zu beziehen durch das Sekretariat der Gesellschaft, Paris (8e), 54, avenue Marceau. Preis geb. 50 Fr.

Die USE hat wie in den Vorjahren im Dezember 1935 eine neue Auflage ihres Jahrbuches herausgegeben. Der gut ausgestattete Band vermittelt in drei Teilen eine ausgezeichnete Übersicht über die französischen Elektroverbände, ihre Zusammenhänge, Aufgaben und Mitglieder, über die gesetzlichen Bestimmungen für die Sicherheit elektrischer Betriebe und die Unfallverhütung sowie über die französische Elektroindustrie und Elektrizitätsversorgung.

Der erste Teil enthält ausführliche Angaben über Ziele, und Aufbau der USE, ihre Satzungen, ihre Dienststellen und Ausschüsse, ihre Zeitschrift „Revue Générale d'Électricité" und ihre anderen Veröffentlichungen, unter denen die Normen, Leitsätze und technischen Lieferbedingungen eine wichtige Rolle spielen. Ein besonderer Abschnitt behandelt das Qualitätszeichen der USE, die Prüfstellen, die Bedingungen für die Benutzung des Zeichens sowie eine Zusammenstellung der erteilten Zeichengenehmigungen. Sodann werden Angaben über die drei Fachgruppen „Herstellung von Elektromaterial", „Betrieb und Errichtung" und „Energieerzeugung und -verteilung und elektrisches Bahnwesen" gebracht sowie über deren Mitgliedsverbände. Es folgen Angaben über nicht der USE angeschlossene französische und internationale Institute und Zusammenschlüsse wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und berufsständischer Art, soweit sie für die Elektrotechnik von Bedeutung sind. Weitere Abschnitte sind dem technischen Schulwesen und den für die Technik zuständigen Ministerien und anderen Behörden gewidmet.

Der zweite Teil enthält Bestimmungen über das Gesundheitswesen und die Sicherheit in der Industrie und über elektrische Unfälle. Die ministeriellen Erlasse entsprechen im wesentlichen unseren Errichtungs-, Betriebs- und Freileitungsvorschriften des VDE, andere Bestimmungen entsprechen den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik.

Der dritte Teil ist vornehmlich wirtschaftlichen und statistischen Angaben vorbehalten: Außenhandelsstatistik und Zollbestimmungen, Statistiken über die Energieerzeugung und -verteilung, über die Elektrisierung der Bahnen, den industriellen Energieverbrauch, wirtschaftliche Angaben über die wichtigsten französischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen u. dgl. Ein Industriefirmen- und Bezugsquellenverzeichnis sowie ein umfangreicher Anzeigenteil bilden den Abschluß.

Wenn man nach der vorstehenden Aufzählung auf einen vielseitigen Inhalt schließt, so wird diese Annahme bei einer Durcharbeitung des Bandes in höchstem Maße bestätigt, und man ist über die Reichhaltigkeit des gebotenen Stoffes überrascht. Einzelne Unstimmigkeiten bei den Angaben über das deutsche Komitee der IEC (S. 284) fallen kaum ins Gewicht und dürften bereits bei der nächsten Ausgabe richtiggestellt werden. Für diejenigen deutschen Elektrotechniker, die sich über die Verflechtungen im Verbändewesen und die technischen und wirtschaftlichen Angelegenheiten der französischen Elektroindustrie und Elektrizitätsversorgung unterrichten wollen, ist das Jahrbuch von großem Wert. Die gute Ausstattung des Buches in bezug auf Druck, Papier, Einband und Einschaltung der farbigen Leitkarten wie bei dem VDE-Vorschriftenbuch, ist bei dem verhältnismäßig niedrigen Preis eine erfreuliche Beigabe zu dem wertvollen Inhalt.

Herm. Wagner VDE.

Schweißverbindungen im Kessel- und Behälterbau. Von Obering. E. Höhn. Mit 107 Textabb., VI u. 145 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis kart. 12,60 RM.

Verfasser erklärt zunächst kurz die gebräuchlichen Schweißverfahren, wobei die heute im Kessel- und Rohrleitungsbau schon ziemlich eingeführte maschinelle Schweißung wohl einige Worte mehr verdient hätte. Bei der Festigkeitsberechnung und Prüfung werden die bemerkenswerten Versuche des Eidgen. Material-Prüfungsamtes ausführlich behandelt, ebenso wie die dem Verfasser gesetzlich geschützten Sicherheitslaschen, über deren Anwendung die Fachwelt noch immer geteilter Ansicht ist. Bei der Neufertigung werden sie meist noch bei Rohrleitungsmontagen verwendet, bei Kesseln selbst nur noch bei der Instandsetzung, denn es ist schon einer Anzahl von Werken die Bewertung von ungesicherten Schweißnähten mit dem Berechnungsfaktor 0,9 behördlich gestattet worden. Zu begrüßen sind die besprochenen Ausführungen von Böden, Flanschen, Stehbolzen, Autoklaven, Verschlüssen usw. Hier wären wohl noch die aufgeschweißten Heizrohrspiralen erwähnenswert, leider fehlen auch Angaben über geschweißte Überhitzer, Feuerungen und Kesselgerüste. Auch der Abriß über Instandsetzungsschweißungen ist reichlich kurz.

Immerhin ist das Buch eine sehr fleißige Arbeit, die dem Fachmann in vielen Dingen erschöpfend Auskunft gibt und auch auf das meiste deutsche Schrifttum ausführlich hinweist.

J. C. Fritz.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

De Nederlandsche Industrie. Adresboek van de Nederlandsche Fabrikanten. 13. erweiterte Aufl. Herausg. v. Den Rijks-Nijverheidsconsulent voor het Westen des Lands, De Arbeidsinspectie te 's-Gravenhage, Den Directeur van het Rijksbureau voor Onderzoek van Handelswaren te 's-Gravenhage. Mit 856 S. im Format 240 × 295 mm. Verlag A. W. Sijthoff's Uitgeversmaatschappij N. V., Leiden 1935/36. Preis 10 f.

[Wie alljährlich, ist auch in diesem Jahr das Adreßbuch über die niederländische Industrie in demselben Umfang und Ausführlichkeit erschienen. Das Werk erhält insofern einen besonderen Wert, als das alphabetische Register nicht nur in holländischer, sondern auch in deutscher, französischer und englischer Sprache gehalten ist.]

Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1934 [s. ETZ 57 (1936) H. 16, S. 456.].

[Die Statistik bringt im 1. Teil die Daten von 201 öffentlichen Elektrizitätswerken und im 2. Teil die Angaben von 290 Eigenanlagen. Der 3. Teil behandelt die elektrischen Straßenbahnen, während der 4. Teil wissenswerte Daten über die Hochspannungs-Übertragungsleitungen aufweist. In einem besonderen Verzeichnis sind die Spannungen und das Stromsystem der mit elektrischer Arbeit versorgten Ortschaften angeführt. Eine Übersichtskarte läßt den Stand der Hochspannungsleitungen und die Lage der Eltwerke erkennen.] *Ths.*

Die moderne Selektivschutztechnik und die Methoden zur Fehlerortung in Hochspannungsanlagen. Unter Mitarb. v. Dipl.-Ing. H. Neugebauer, Dr.-Ing. H. Poleck, Dr.-Ing. R. Schimpf und Dr. phil. J. Sorge, herausg. v. Dr.-Ing. M. Schleicher. Mit 320 Abb., VIII u. 418 S. im Format 165 × 235 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 36 RM.

Corso di Telefonia. Teil 2: Linee e reti. Bd. 2: Ripetitori telefonici e stazioni amplificatrici, Telefonia con correnti vettrici di alta frequenza, Applicazioni speciali delle reti interurbane, Misure telefoniche. Mit 416 Abb., 26 Tafeln, 25 Tabellen u. 554 S. im Format 170 × 260 mm. Verlag STEN Società Tipografico-Editrice Nazionale, Turin.

Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gesellen- und Meisterprüfung im Elektro-Installateur-Handwerk. Im Auftr. d. Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks verfaßt v. F. Bode. 17. Aufl. Mit 352 Abb. u. 467 S. im Format B6. Selbstverlag des Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks, Frankfurt a. M. 1936. Preis geb. 4,80 RM.

Neue Zeitschriften.

Traction Nouvelle. Revue technique et documentaire publiée sous le patronage des grands réseaux de chemins de fer français. Erscheint alle zwei Monate. Verlag J.-B. Baillière et Fils, Paris 6e. Jahresbezugspreis 40 Fr, Ausland 60 Fr.

[Aus der allgemeinen technischen Entwicklung heraus, durch die Inbetriebnahme von zahlreichen Triebwagen auf den französischen Eisenbahnen, ergab sich das Verlangen nach einer Zeitschrift, die sich mit diesem neuen Verkehrsmittel befaßt und auch die benachbarten Gebiete behandelt. So bringt das H. 1 Beiträge von bekannten Verkehrsfachleuten und u. a. auch eine Beschreibung der dieselelektrischen Lokomotive der Congo-Ozean-Eisenbahn (Pointe-Noire—Brazzaville.).]

Eingegangene Doktordissertationen.

Friedrich Mörtzsch, Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Herde und Heißwasserspeicher. T. H. Berlin 1935.

Günther Nimsch, Der gegenwärtige Stand des Wettbewerbes zwischen Elektrizität und Gas. T. H. Berlin 1935.

Wilhelm Penzien, Untersuchung der Arbeitsbedingungen für den elektrischen Antrieb von absatzweise arbeitenden Baggern. (Erschien auch als H. 7 der Mitt. Forsch.-Inst. f. Maschinenwes. b. Baubetrieb a. d. T. H. Berlin.) T. H. Berlin 1935.

Heinz Eberhard Schlichting, Die Normung, ihre Eigenarten, Vorbedingungen und Bedeutung im Rahmen der Wirtschaft. T. H. Berlin 1934.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 26. bis 29. 5. (Di bis Fr): 74. Hauptversammlung und Feier des 80jährigen Bestehens in Darmstadt, in Verbindung mit der Hundertjahrfeier der T. H. Darmstadt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955,56.

Abschluß des Heftes: 24. April 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang · Berlin, 7. Mai 1936 · Heft 19

Einladung
zur
38. Mitgliederversammlung des VDE in München
Hauptstadt der Bewegung
vom 2. bis 4. Juli 1936

Donnerstag, den 2. Juli 1936

8^h **Jungingenieur-Treffen**
Deutsches Museum, Sitzungssaal 3
Eingang: Ludwigsbrücke, Bibliotheksbau

9^h **Vorstandssitzung**
Deutsches Museum, Sitzungssaal 1

$10^h\,30^m$ **Vorstandsratsitzung**
Deutsches Museum, Sitzungssaal 2

$14^h\,45^m$ **Fachberichte**
Deutsches Museum, Sitzungssäle
A I Kraftwerke
B I Messung
C I Maschinen und Transformatoren
D I Steuerung und Regelung
E I Fernmeldetechnik
(Titel und Zeitplan der Fachberichte siehe S. 541)

20^h **Begrüßungsabend**
gegeben von der Stadt München im Deutschen Theater

Freitag, den 3. Juli 1936

8^h **Besichtigung** der Bauten der NSDAP: Haus der Deutschen Kunst, Führerbauten in der Arcisstraße, Königsplatz

10^h **Mitgliederversammlung** (Geschäftsitzung), Deutsches Museum, Kongreßsaal
1. Begrüßung
2. Jahresbericht des Geschäftsführers
3. Geschäftliches
4. **Vortrag** von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen VDE

$14^h\,45^m$ **Fachberichte**
Deutsches Museum, Sitzungssäle
A II Bau und Betrieb von Netzen
B II Industrielle Anwendungen
C II Stromrichter
D II Schaltgeräte
E II Hochfrequenztechnik
(Titel und Zeitplan der Fachberichte siehe S. 541)

20^h **Gemeinsames Abendessen** und Tanz
Deutsches Museum (Straßenanzug)

Sonnabend, den 4. Juli 1936

8^h **Besichtigungen**
1. Städt. El.-Werke, Dampfkraftwerk an der Isartalstraße
2. Städt. El.-Werke, Zählereichwerk an der Feilitzschstraße
3. Deutsches Museum, Sonderführung durch die interessantesten Gebiete der Elektrotechnik

$8^h\,45^m$ **Fachberichte**
Deutsches Museum, Sitzungssäle
A III Relais und Schutzschaltungen
B III Bahnen
C III Schaltvorgänge
D III Lichttechnik
(Titel und Zeitplan der Fachberichte siehe S. 541)

Sonderveranstaltungen

Veranstaltungen für Damen

Donnerstag, den 2. Juli 1936

10—$12^h\,30^m$ Stadtrundfahrt mit Besichtigung des Flughafens

15—18^h Besuch des Tierparks Hellabrunn

Freitag, den 3. Juli 1936

9—12^h Führung d. d. Münchener Kunstgalerien

14—18^h Fahrt an den Tegernsee über Rottach, Bad Wiessee mit Kaffee in Kaltenbrunn

Gemeinsame Veranstaltungen

Sonnabend, den 4. Juli 1936

9—11^h Führungen im Deutschen Museum

13—24^h Ausflug an den Chiemsee mit Gesellschaftsautos über die neue Reichsautobahn, Mangfallbrücke, Großseeham, Innbrücke, Prien nach Stock Dampferfahrt, Besichtigung Schloß Herrenchiemsee und Fraueninsel, Kaffee, Abendessen und Tanz im Schloßhotel Herrenchiemsee

Gemeinsame Besichtigungen von auswärtigen Kraftwerken (mit Damen)

Sonntag, den 5. Juli 1936

8—14^h 1. Uppenbornkraftwerk der Stadt München bei Moosburg
mit Frühstück, gegeben von den Städt. El.-Werken

8—14^h 2. Walchenseewerk der Bayernwerk AG.
mit Frühstück, gegeben von der Bayernwerk AG.

8—21^h 3. Walchenseewerk, mit Fahrt über den Walchensee, Garmisch, Murnau, Starnberg
mit Frühstück, gegeben von der Bayernwerk AG.

8—14^h 4. Kraftwerk Finsing der Mittleren Isar AG. mit Kläranlage Großlappen und Fischteichanlagen
mit Frühstück, gegeben von der Mittleren Isar AG.

Besondere Einladungen mit Anmeldeformularen werden der ETZ beigelegt. Anfragen sind zu richten an: VDE Gau Südbayern, Mitgliederversammlung 1936, Geschäftstelle München 5, Blumenstraße 28, Zimmer 386. Fernmeldeanschluß der Geschäftstelle bis 27. 6.: 2032 Nebenstelle 370. Postscheckkonto München Nr. 6669 Isarwerke-Sonderkonto, VDE Gau Südbayern, Mitgliederversammlung 1936. Telegrammanschrift: Elektroverband München

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Vorsitzende:
Ohnesorge
Staatssekretär

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Die neuen tragbaren Übertragungsgeräte der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft.

Von Dr. Kurt Hoffmann und Ulrich Tuchel, Berlin.

621. 396. 65 : 621. 396. 97

Übersicht. Eine neue tragbare Rundfunkübertragungseinrichtung wird beschrieben, die gegenüber den bisher im Betrieb befindlichen älteren Geräten wesentliche betriebliche und technische Vorteile aufweist.

Der Rundfunk ist in seinem Programmbetrieb im Laufe der Zeit immer mehr dazu übergegangen, nicht nur in den Sendehäusern vorbereitete Programme zu übertragen, sondern auch durch Aufnahmen außerhalb der Funkhäuser das Leben in seiner Vielgestaltigkeit dem Rundfunkhörer unmittelbar nahezubringen; besonders nach der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus nahm der Umfang der Außenübertragungen gewaltig zu. Damit wuchsen naturgemäß auch die technischen Anforderungen ganz erheblich, insbesondere in bezug auf Betriebssicherheit und schnelle Einsatzbereitschaft. Die Gerätschaften bestanden zunächst nur aus Mikrophonverstärkern in Kofferform und einzelnen Dämpfungsgliedern zur Regelung der Lautstärke der Mikrophone. Als Mikrophone wurden in der Anfangszeit Kohlepulvermikrophone (Reiß-Mikrophone) verwendet; später ging der deutsche Rundfunk auch bei Außenübertragungen vollkommen zu Kondensatormikrophonen über, die eine unmittelbar mit der Kondensatorkapsel zusammengebaute Vorverstärkerstufe besitzen. Dieses Mikrophon hat eine Empfindlichkeit von etwa 2 mV/bar und eine Ausgangsimpedanz von 200 Ω. Im Laufe der Zeit kamen noch Mehrfachregelgeräte zum Mischen mehrerer Mikrophonaufnahmestellen, transportable Aussteuerungsgeräte, Batteriekoffer, Netzanschlußgeräte, Abhörlautsprecher, Signalgeräte usw.

Abb. 1. Zusammenbau der bisherigen tragbaren Rundfunkübertragungsgeräte.

Abb. 3. Frequenzkurven des Übertragungsverstärkers V 35 [Eingangsspannung 0,26 mV (— 8,0 Neper)].

Abb. 2. Schaltbild des neuen tragbaren Rundfunkübertragungsgerätes V 35.

hinzu, die je nach dem Umfang der Übertragung in mehr oder minder großer Zahl eingesetzt wurden.

Die Zusammenschaltung dieser Vielzahl von Geräten (Abb. 1), die bei großen politischen Kundgebungen aus Gründen der Betriebssicherheit in mehreren Sätzen aufgebaut werden mußten, nahm naturgemäß eine längere Vorbereitungszeit in Anspruch. Außerdem war der Platzbedarf sehr groß und beeinträchtigte die Übersichtlichkeit des Aufbaus. Es wurden zwar für die notwendigen Verbindungen passend geformte Flexoschnüre verwendet, die sich als sehr zuverlässig erwiesen; es lag aber doch nahe, alle Geräte, die bei einer Übertragung sowieso zusammengeschaltet werden mußten, in einer Einheit zusammenzufassen. Das auf Grund der Betriebserfahrungen der letzten Jahre entstandene Gerät soll im folgenden beschrieben werden.

Abb. 4. Schalldruckkurve des Lautsprechers in Schallwand.

Das Schaltbild dieser neuen Übertragungsanlage V 35 ist in Abb. 2 wiedergegeben. Die Anlage besteht aus dem eigentlichen Mikrophonverstärker, vier Mikrophonreglern, einem Aussteuerungskontrollgerät, Lautsprecherendstufe, Tongenerator, Pausenzeichen und dem Abhörlautsprecher. Der Verstärker besteht aus vier Stufen mit Widerstandskapazitätskopplung und hat Eingangs- und Ausgangstransformatoren. Der Eingangstransformator ist für einen Generatorwiderstand von 200 Ω bemessen. Der Ausgangsübertrager übersetzt den Röhrenwiderstand auf 30 Ω herunter, so daß die Charakteristik der angeschlossenen Leitungen keinen wesentlichen Einfluß auf die vom Verstärker abgegebene Wechselspannung mehr ausübt. Die Regelung der Verstärkung und damit die Gesamtaussteuerung der Mikrophone erfolgen am Eingangskreis der zweiten Stufe mittels eines 52stufigen hochohmigen Spannungsteilers. Die Dämpfung jeder einzelnen Stufe beträgt 0,1 Neper. Dadurch ist einerseits ein genügend feiner Übergang von einer Stufe zur nächsten und anderseits ein großer Regelbereich gewährleistet. Die Verstärkung, gemessen bei 800 Hz und einem Abschluß des Ausgangs mit 300 Ω, beträgt über 9,2 Neper (10 000fach), so daß auch bei Verwendung von Mikrophonen, die unempfindlicher als die augenblicklich in Betrieb befindlichen sind, eine genügende Verstärkungsreserve vorhanden ist. Die Grenze wird etwa bei 0,5 mV/bar liegen.

Abb. 6. Stromversorgungskoffer.

Abb. 5. Gesamtansicht des tragbaren Rundfunkübertragungsgerätes (aus dem Koffer herausgenommen). Vorder- und Rückseite.

Die Frequenzkurve des Übertragungsverstärkers, von den Mikrophonklemmen bis zum Leitungsausgang, also einschließlich der später noch zu beschreibenden Mikrophonregler, ist in Abb. 3 wiedergegeben, und zwar einmal bei vollkommen aufgedrehtem Hauptregler, das andere Mal bei der Stellung des Hauptreglers, bei der die größte Frequenzabhängigkeit vorhanden ist. Die zusätzliche Beeinflussung der Frequenzkurve des Übertragungsverstärkers durch Erhöhung des Innenwiderstandes der Anoden- und Heizbatterien im Laufe des Gebrauchs ist in jedem Falle kleiner als 0,1 Neper. Dabei kann der Innenwiderstand der Anodenbatterie sich um 200 Ω erhöhen und die benutzte Nikkel-Eisen-Heizbatterie kann sich von 5,2 auf 4,5 V entladen. Die sich bei der niedrigsten Frequenz (30 Hz) ergebende Phasenlaufzeit ist kleiner als 20 ms und beträgt bei 100 Hz nur noch 1 ms. Der Klirrfaktor des Verstärkers bei 800 Hz und 3,1 V an 300 Ω liegt bei etwa 0,4 %.

Die Lautsprecherendstufe ist über einen Spannungsteiler im Ausgangskreis der Verstärkerendstufe lose angekoppelt. Die Lautstärke läßt sich mit Hilfe eines Potentiometers von 0,5 MΩ so einstellen, daß bei voller Aussteuerung des Verstärkers eine ausreichende Abhörlautstärke (etwa 70 Phon in 1 m Entfernung) vorhanden ist. Der Lautsprecher hat ein permament-dynamisches System. Der Lautsprecher-Transformator ist so bemessen, daß bei konstanter Eingangsspannung am Verstärker in der Normalrichtung des Lautsprechers ein kon-

stanter Schalldruck erreicht wird (Abb. 4). Der Lautsprecher befindet sich in einer Schallwand von 50 cm Breite. In der Höhe wirkt die Verstärkerfrontplatte noch als Schallwand mit.

Das Aussteuerungskontrollgerät ist ebenso wie die Lautsprecherendstufe an den Verstärker angekoppelt. Es ist nach dem bereits wiederholt beschriebenen Grundsatz des Impulsmessers gebaut. Der Anodenruhestrom wird nicht kompensiert, sondern mit Hilfe eines Heizspannungs-Potentiometers auf einen festen Wert von 1,5 mA eingestellt. Das Anzeigeinstrument ist kopfstehend eingebaut, und die Beschriftung 0 bis 1,5 mA verläuft von rechts nach links. Bei der höchstzulässigen Wechselspannung sinkt der Anodenstrom auf 0,2 mA, wobei der Zeiger des Instrumentes nach rechts ausschlägt. Es handelt sich um ein außerordentlich stark gedämpftes Gleichstrominstrument (Empfindlichkeit 1,5 mA, innerer Widerstand 50 Ω), das bei einem Gleichstromstoß von 80 ms höchstens 2 %, bei 40 ms höchstens 30 % vom Sollwert abweicht. Mit diesem Aussteuerungsgerät werden im Betriebe Spitzenspannungen, deren Dauer 80 ms überschreitet, mit einem Fehler von weniger als 1 % angezeigt. Als Anodenstromquelle dient eine fest eingebaute Trockenbatterie von 30 V. Zur Einstellung des Aussteuerungskontrollgerätes dient ein Tongenerator, der einen sinusförmigen Ton von 800 Hz (Klirrfaktor etwa 10 %) erzeugt. Der Tongenerator wird über eine Kopplungsspule und ein Potentiometer auf den Eingang des Verstärkers geschaltet und kann mit Hilfe des Potentiometers so eingeregelt werden, daß am Ausgang des Verstärkers die vorgeschriebene Höchstspannung 3,1 V bzw. 1,55 V vorhanden ist. Das Potentiometer des Aussteuerungskontrollgerätes wird dann so eingestellt, daß das Aussteuerungsinstrument den vollen Ausschlag (0,2 mA) anzeigt. Der Tongenerator dient in Verbindung mit einem Unterbrecherrelais dazu, vor einer Übertragung in regelmäßigen Zeitabständen kurze Töne als Pausenzeichen auf die Leitung zu geben, so daß die Ausgangsleitung dauernd überwacht ist, ehe die eigentliche Sendung aufgeschaltet wird. Anschlüsse für Abhören mit Kopfhörer sowie für Schallplatten-Schneidgeräte und Fernsprecher sind vorgesehen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die beiden Ausgangsleitungen, die zum Fernamt bzw. zum Verstärkerraum der Sendegesellschaft führen (die zweite dient meist als Verständigungsleitung) zu tauschen.

Die Mikrophone werden über je einen der vier Regler angeschlossen. Da zu jedem Regler noch ein Umschalter vorgesehen ist, können bis acht Mikrophone betriebsfertig angeschlossen werden; vier können gleichzeitig in Betrieb sein. Geregelt wird in 35 Stufen von je 0,15 Neper. Die Ausgangsimpedanz ist durch Reihenwiderstände unabhängig von der Reglerstellung konstant auf 50 Ω gehalten. Die Regler sind so gebaut, daß sie zur Überholung bei etwa notwendigen Reparaturen einzeln herausgezogen oder ausgewechselt werden können.

Den gesamten Aufbau des Verstärkers zeigt Abb. 5. Alle Teile sind in einem Winkeleisengestell untergebracht. Der Hauptteil, bestehend aus Übertragungsverstärker, Aussteuerungskontrollgerät, Lautsprecherendstufe, Tongenerator und Pausenzeichen, befindet sich in einem Normalchassis, das nach Lösen der Verbindungen als Ganzes an zwei Handgriffen nach vorn herausgenommen werden kann, so daß sich dadurch auch die Möglichkeit bietet, diesen Verstärker für stationären Betrieb in den Normalgestellen der Sendestellen zu verwenden. Die Reglereinheiten sind pultförmig davor angeordnet; vor ihnen ist eine klappbare Handauflage zur bequemen und sicheren Bedienung angebracht. Der Lautsprecher ist in einer oberhalb des Verstärkers befindlichen zusammenklappbaren Schallwand eingesetzt, die in den durch den Verstärker und die Regler gebildeten Winkelraum hineingeklappt werden kann. Im Betriebszustand ist die Schallwand durch eine besondere Vorrichtung festgestellt. Das gesamte Winkeleisengestell ist zum Transport in einem Sperrholzkoffer untergebracht und kann in verschlossenem Zustand von zwei Mann getragen werden.

Abb. 7. Schaltbild des Netzanschlußteiles für das tragbare Rundfunkübertragungsgerät V 35.

Abb. 8. Teilansicht der Rundfunkübertragungsanlage bei den 4. Olympischen Winterspielen in Garmisch-Partenkirchen.

Die notwendigen Zuleitungen werden auf der Rückseite angeschaltet. Die Mikrophonleitungen können, wenn es die Umstände erfordern, auch an der Vorderseite angeklemmt werden. Um Betriebsstörungen durch Abreißen der Leitungen zu verhüten, sind Abfangschellen vorgesehen, die es gestatten, Leitungen beliebiger Stärke bis zu 10 mm Dmr. mechanisch festzuhalten. Gleichzeitig kann dadurch die elektrische Schirmhülle geerdet werden.

Zum Betrieb des Verstärkers ist ein besonderer Speisekoffer (Abb. 6) vorgesehen. Ist ein Wechselstromnetz verfügbar, so können die Anodenströme einem Netzanschlußgerät entnommen werden, im anderen Falle aus Batterien. Zur Heizstromversorgung dienen stets Nickeleisenbatterien. Das Netzanschlußgerät ist so eingerichtet, daß es am Übertragungsort durch einen Umschalter jeder vorkommenden Netzspannung angepaßt werden kann. Der Speisekoffer wird mit dem Gerät durch eine Flexoschnur von etwa 1,5 m Länge zusammengeschaltet, die an beiden Enden unverwechselbare Mehrfachstecker trägt. Die Schaltung dieses Netzanschlußgerätes geht aus Abb. 7 hervor. Um die Spannung konstant zu halten und besonders, um einen möglichst kleinen Innenwiderstand der Anodenstromquelle zu gewährleisten, ist ein Stabilisator verwendet worden. Bei Ausfall des Netzes schaltet sich das Gerät mit Hilfe eines Nullstromrelais selbsttätig auf die Batterien um, ohne daß eine merkliche Unterbrechung der Sendung eintritt. Dieser Vorgang wird durch Signallampen auf der Frontplatte angezeigt. Die Heizbatterie ist während des Betriebes auswechselbar. Ferner ist eine Reservebatterie vorgesehen, auf die mit Hilfe eines Umschalters ebenfalls ohne Unterbrechung der Sendung umgeschaltet werden kann. Als Anodenbatterien werden Hochleistungsbatterien verwandt. Die normalen Betriebsspannungen sind: für die Anodenbatterie 220 V, für die Heizung 5,2 V, für die Aussteuerungs- und Pausenzeichenbatterie 30 V, für die Gitterbatterie 3 V bzw. 15 V. Das Netzgerät ist für Gestelleinbau eingerichtet und hat Normalformat, so daß es auch zur Verwendung in festen Betriebsstellen geeignet ist.

Die hier beschriebene Anlage ist das erstemal anläßlich der 4. Olympischen Winterspiele im Februar 1936 in großem Umfange eingesetzt worden und hat sich dabei ausgezeichnet bewährt. Abb. 8 zeigt den Aufbau von mehreren Geräten in der Betriebsstelle von Garmisch-Partenkirchen.

Zusammenfassung.

Für die Aufnahme von Rundfunkdarbietungen außerhalb der Funkhäuser hat die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft besondere tragbare Einrichtungen geschaffen, die sich bereits praktisch bewährt haben. Zu dem Übertragungsgerät, an das man acht Mikrophone anschließen kann, gehören: Vier Mikrophonregler, ein Mikrophonverstärker, Aussteuerungskontrollgerät, Lautsprecher - Endstufe, Abhörlautsprecher, Tongenerator und Pausenzeichengeber, ferner ein Stromversorgungsgerät für Netzanschluß bzw. Batteriebetrieb. Alle Teile sind in Koffer eingebaut, in kürzester Zeit betriebsbereit und sehr betriebssicher.

Die Folieneinschmelzung als Fortschritt im Quarzlampenbau.

Von Dr. Fr. Lauster VDE, Hanau a. Main.

621. 327. 31. 032. 53

Übersicht. Bei den neuzeitlichen, selbstzündenden Quarzbrennern ist die bisher übliche Vasenschliffdichtung durch eine vakuumdichte unmittelbare Einschmelzung von Metallfolien in Quarz ersetzt worden. Diese Dichtung wird im folgenden beschrieben.

Die Entwicklung der Quarzlampen ist neuerdings in ständigem Fluß begriffen. Hierzu kam der erste Anstoß im Jahre 1931 durch die Einführung von Quecksilberdampflampen, die mit festen Elektroden statt der bisher üblichen Quecksilberelektroden ausgestattet wurden und ohne jegliche Hilfsmaßnahmen, wie Kippbewegungen usw., von selbst bei Anlegen der Spannung an den Brenner zündeten[1]). Interessant ist es, festzustellen, daß auch die Beleuchtungstechnik im verflossenen Jahr Quecksilberhochdrucklampen aus Hartglas nach demselben Prinzip einführte. Dabei hat es den Anschein, als ob sich die Quecksilberdampflampe in gewissem Umfang wieder dasjenige Anwendungsgebiet zurückerobert, das ihr im Jahre 1906 von ihrem Erfinder Küch ursprünglich zugedacht war.

723

Abb. 1. Selbstzündender Phosphatglasbrenner.

In dem Quecksilberdampf-Lichtbogen ist außer der sichtbaren blau-grünen Strahlung noch eine ebenso wichtige unsichtbare Strahlung vorhanden, die wir als ultraviolette Strahlung in der Therapie ausnutzen. Erfreulicherweise hat sich diese Ultraviolett-(UV)Therapie gerade in Deutschland zur Erhaltung der Volksgesundheit mehr und mehr durchgesetzt, so daß der Ingenieur vor die Frage gestellt wird, Ultraviolettstrahler zu schaffen, die auch in der Hand des Nichtfachmannes wertvolle Dienste leisten und die von breiten Bevölkerungsschichten zu erschwinglichen Preisen erworben werden können.

1. Die Vasenschliffdichtung.

Bisher schien jedoch ein fast unüberwindliches Hindernis dieser Verbilligung entgegenzustehen. Man war gezwungen, bei der Herstellung leistungsfähiger Ultraviolettstrahler auf das hochwertige Quarzglas als Hüllenstoff zurückzugreifen, das von Anfang an diesen UV-Strahlern die Bezeichnung „Quarzlampen" einbrachte. Leider ist jedoch die Verarbeitung dieses kostspieligen Baustoffes verhältnismäßig schwierig, so daß die Technik nach geeigneten Ersatzstoffen strebte. So gelang es z. B., ein besonders gut ultraviolett-durchlässiges Glas auf Phosphatbasis zu erschmelzen; dieses läßt sich leicht verarbeiten, und das Einschmelzen der Elektroden-Zuleitungen gelingt mühelos[2]). Die Abb. 1 zeigt den einfachen Aufbau eines solchen selbstzündenden Phosphatglasbrenners.

[1]) Ende, ETZ 55 (1934) S. 853.

[2]) Ende, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 313.

Der Verwendung dieses Phosphatglases sind jedoch durch seinen verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunkt gewisse Grenzen gesetzt. Deshalb werden Lampen für Kurzbestrahlungen usw., die sich auch durch große Wirtschaftlichkeit auszeichnen sollen, am besten mit Quarzbrennern ausgestattet.

Dabei stößt jedoch der Ingenieur immer wieder auf eine Schwierigkeit, die den Quarzfachmann seit Jahrzehnten beschäftigt, ohne daß sie bisher überwunden werden konnte: die Schaffung einer einfachen, hochvakuumdichten Verbindung zwischen Quarz und Metall.

Man war bisher gezwungen, sich mit mehr oder weniger behelfsmäßigen Abdichtungen zu begnügen, die je nach der Güte des im Gefäßinnern aufrechtzuerhaltenden Vakuums mehr oder weniger sorgfältig hergestellt werden mußten. Meistens glückte eine zuverlässige vakuumdichte Einführung nur, wenn man mehrere Dichtungsmittel gleichzeitig benutzte.

In der Massenherstellung hatte sich z. B. eine Dichtung bewährt, die in Abb. 2 dargestellt ist. Sie besteht im wesentlichen aus einem in Quarz — allerdings nicht vollkommen vakuumdicht — eingeschmolzenen hochschmelzenden Metalldraht *a* von geeigneter Stärke und einer in Reihe geschalteten Quecksilberdichtung *b* mit eingeschliffenen und besonders abgedichteten Zuleitungskegeln *c*. Die sogenannte Dichtungsvase, die mit Quecksilber gefüllt ist, bildet den eigentlichen luftdichten Abschluß. Sie ist derart ausgebildet, daß entstehende Luftblasen bei keiner Lage des Brenners an die Einschmelzstelle des Metalldrahtes gelangen können.

a Metalldraht
b Quecksilberdichtung
c Zuleitungsschliff

Abb. 2. Vasenschliffdichtung.

Eine derartige Abdichtung kann nur von guten Facharbeitern hergestellt werden und wird trotzdem gewisse zufällige Mängel aufweisen. Weiterhin ist zu bedenken, daß sie nur unter gewissen Bedingungen in Betrieb gesetzt werden kann. Wenn z. B. die Schliffdichtungen nach oben gekehrt sind, so daß die vom Brenner aufsteigende warme Luft an ihnen vorbeistreicht, so werden sich das Quecksilber und die Luftblase in der Schliffvase durch Erhitzen ausdehnen und die Vase gegebenenfalls sprengen. Aus demselben Grunde kann auch ein UV-Strahler mit Quecksilberdichtung nicht in einem dicht verschlossenen Gehäuse untergebracht werden. Dieser Brenner würde nur eine sehr kurze Lebensdauer aufweisen.

Dagegen würde ein neuzeitlicher, selbstzündender Quarzbrenner mit unmittelbarer Einschmelzung solchen Beanspruchungen ohne weiteres standhalten können. Er würde überdies durch Wegfallen der Quecksilberdichtung eine Einsparung von 30 g Quecksilber aufweisen. Damit wäre das volkswirtschaftlich wichtige Ziel erreicht, daß jede neuzeitliche Quarzlampe nicht mehr etwa 300 g Quecksilber (wie bei Kippbrennern mit Quecksilberelektroden) benötigt, sondern nur noch einige Milligramm.

Dieser Mindestaufwand an Quecksilber ist zur Aufrechterhaltung der Quecksilberdampfentladung notwendig und auch völlig hinreichend, um die biologische Wirkung der UV-Strahlung einer Quarzlampe bezüglich ihrer spektralen Energieverteilung und absoluten Intensität sicherzustellen. Sie sind wiederum durch die Druck- und Stromstärkenverhältnisse der Quecksilberdampfentladung bedingt. Je höher der Druck wird, um so mehr steigt die Ausbeute der im biologisch wertvollen Spektralgebiet gelegenen Linien und um so mehr sind sie den Erfordernissen in biologischer Hinsicht angepaßt. Durch unmittelbare Einschmelzung in Quarz kann man im Innern des Entladungsgefäßes solche Drücke von mehr als 1 at ohne weiteres schaffen. Bei einer Abdichtung alter Art war dies erschwert, da eine Diffusion des Quecksilbers von innen nach außen oder umgekehrt eintreten konnte.

2. Die Folieneinschmelzung[3]).

Die unmittelbare Einschmelzung in Quarz ist neuerdings in Form der sog. „Folieneinschmelzung“ verwirklicht worden.

Man kennt bereits von den Einschmelzungen in Glas her das Verfahren, Metalle vakuumdicht in Gläser einzuführen, obgleich ihr Ausdehnungskoeffizient wesentlich von demjenigen des Glases abweicht[4]). Von den verschiedenen Verfahren hat sich im Betrieb am besten dasjenige bewährt, Kupferfolie oder Kupferbänder mit zugespitzten Rändern in Gläser einzuschmelzen. Weit schwieriger erscheint die Aufgabe, ähnliche Folien auch in Quarz einzuschmelzen. Der Ausdehnungskoeffizient des Quarzes ist praktisch gleich Null, so daß die Abweichung von demjenigen des einzuschmelzenden Metalles besonders groß ist. Ferner liegt der Erweichungspunkt des Quarzes bei etwa 1700 °, so daß nur wenige Metalle mit höherem Schmelzpunkt, wie z. B. Molybdän, Wolfram, Tantal, Niob, in Frage kommen. Doch müssen auch ihr Preis, ihre Verarbeitbarkeit und vor allem ihre Oxydationsfähigkeit berücksichtigt werden.

a Folieneinschmelzung *b* Sockel

Abb. 3. Folieneinschmelzung.

Abb. 4. Selbstzündende Quarzbrenner.

Als besonders brauchbar hat sich die Molybdänfolie erwiesen, die in geeigneten Abmessungen ausgewalzt werden muß. Sie bietet den Vorteil einer guten innigen Haft-

[3]) DRP 573 448.
[4]) Lauster: Das Glas als Werkstoff d. Elektrotechnik, Leipzig: Hachmeister & Thal 1930.

fähigkeit am Quarz und einer verhältnismäßig leichten Verarbeitbarkeit. Der Einschmelzvorgang muß selbstverständlich unter Vermeidung von Sauerstoff erfolgen. Die innige Adhäsion zwischen Quarz- und Molybdänoberfläche bietet ein Gegengewicht zu den Spannungskräften, die beim Abkühlen der Folie zwangsläufig auftreten. Durch eine geeignete Abgleichung zwischen Folienoberfläche und Foliendicke läßt sich jedoch dieses Gleichgewicht zugunsten der Adhäsionskräfte verschieben. Man kann die Dicke der Folie erheblich verringern und dabei auch den stromleitenden Querschnitt der Folie wesentlich kleiner als den entsprechenden Querschnitt eines drahtförmigen Leiters wählen, da die Wärmeableitung durch den gut leitenden Quarz bei der vergrößerten wärmeabgebenden Folienoberfläche wesentlich günstiger liegt als bei einem drahtförmigen Leiter. Schließlich ist auch mit kleineren mechanischen Spannungen zu rechnen, solange die Folie beim Betrieb durch Stromwärme sich erhitzt.

Abb. 3 stellt eine derartig hergestellte Folieneinschmelzung *a* mit zugehöriger Sockelung *b* im Schnitt dar, und in Abb. 4 ist ein damit ausgestatteter Brenner neuer Art mit einem Brenner alter Art verglichen. Abgesehen von den wesentlich kleineren Abmessungen und der schönen Form ist auch die Bruchsicherheit des neuen Brenners außerordentlich erhöht. Brenner alter Art mit einer am Ende der Kapillaren befindlichen Quecksilbermenge von je 15 g ergaben immer noch Transportschäden. Gelegentlich brachen die Kapillaren an der Übergangsstelle zum Leuchtrohr ab. Derartige Schäden sind nunmehr ausgeschlossen.

Physikalische Struktur und dielektrische Verluste fester Isolierstoffe.

Von Dr. P. Junius, Hannover.

621. 315. 611. 017. 1

Übersicht. Zur Zeit besteht noch keine einheitliche Auffassung über die Zusammenhänge, die dem Verlauf der dielektrischen Verluste in Abhängigkeit von Spannung, Temperatur und Frequenz bei festen Körpern, z. B. bei Hochspannungskabeln, zugrunde liegen. Es wird gezeigt, daß die Menge und der Zustand der im Dielektrikum eingeschlossenen Luft den Verlauf der Verlustwinkelkurven entscheidend bestimmen.

Die in den festen Isolierstoffen der Hochspannungstechnik auftretenden Verluste ermöglichen bekanntlich eine gewisse Beurteilung der Güte des Stoffes. Der Verlustwinkel steigt, in Abhängigkeit von der Spannung gemessen, mit wachsender Spannung an und ändert seine Größe mit dem Zustand des Stoffes. Bei einem idealen verlustfreien Dielektrikum beträgt der zwischen Spannung und Strom vorhandene Phasenwinkel genau 90°, während er bei allen übrigen Stoffen um den kleinen Winkel δ kleiner ist.

Eine Zustandsänderung des Stoffes hat u. U. auffällige Veränderungen der Verlustkurven zur Folge, deren Ursachen bisher noch nicht befriedigend aufgeklärt sind. Nach den theoretisch begründeten Anschauungen von Maxwell und K. W. Wagner deuten dielektrische Verluste auf Unregelmäßigkeiten im Aufbau der Stoffe hin, während keine oder nur geringe Verluste auf ein homogenes Gefüge schließen lassen. Mit diesen Anschauungen ist aber gerade das auffällige Verhalten der Verlustkurven in vielen Fällen nicht in Einklang zu bringen, weil die Verlustkurven beispielsweise bei einem Stoff mit ausgesprochen homogener Struktur unter gewissen Voraussetzungen ungünstiger liegen können als bei inhomogenen Stoffen. Jedenfalls besteht z. Z. noch keine einheitliche Auffassung über die Zusammenhänge, die dem Verlauf der dielektrischen Verluste in Abhängigkeit von Spannung, Temperatur und Frequenz zugrunde liegen[1]). Deswegen ist man bisher im wesentlichen nur auf Vermutungen darüber angewiesen gewesen, ob die Auswahl der Stoffe, ihre Zusammensetzung, ihre Verarbeitung oder letzten Endes die Struktur des fertigen Isolierstoffes den Verlauf der Verlustkurven entscheidend beeinflussen.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Isolierstoffforschung liegt deshalb darin, die Gründe aufzuklären, die das eigentümliche Verhalten der Verluste bei festen Isolierstoffen bedingen. Denn mit der Lösung dieser Aufgaben werden sich zweifellos auch zuverlässige Wege für eine Verbesserung der Isolierstoffe bieten. Wird die physikalische Struktur des Dielektrikums zum Ausgangspunkt der Betrachtungen gemacht und werden die so aufgefundenen Zustandsbedingungen an möglichst einfachen, gut definierten physikalischen Verhältnissen nachgebildet, so gewinnt man, wie im folgenden gezeigt wird, eine befriedigende Erklärung für das eigentümliche Verhalten der Verluste infolge der Zustandsänderung des Stoffes.

Feste Isolierstoffe sind inhomogen, denn sie enthalten mehr oder weniger Luft. Das läßt sich leicht bei einer Tauchprobe feststellen, wenn man den Körper in einer durchsichtigen Flüssigkeit zerlegt. So zeigt beispielsweise Abb. 1 die in einem unter Wasser geöffneten gürtelisolierten Hochspannungskabel enthaltene Luft, bei dem der Gürtel entfernt und der Beilauf freigelegt worden ist. Dieser an jedem festen Isolierstoff nachweisbare Befund rechtfertigt es, den Isolierstoff im Sinne der Wagnerschen Theorie als einen Zweischichtenkondensator aufzufassen, bei dem ein homogenes Dielektrikum, das einen konstanten, gegebenenfalls verschwindend kleinen Verlustwinkel besitzt, mit einem Luftkondensator hintereinandergeschaltet ist. Die Untersuchungen über das Verhalten der in diesem Modell auftretenden dielektrischen Verluste werden dabei im wesentlichen darauf zu erstrecken sein, welchen Einfluß der Anteil und der Zustand der Luft auf den Verlustwinkel ausüben; denn es liegt auf der Hand, daß die im Dielektrikum eingeschlossene Luft unter den verschiedenartigsten Bedingungen stehen muß, weil sie je nach der Struktur und dem Zustand des Isolierstoffes sowie nach dem Verlauf des Herstellungsganges ständig oder zeitweilig unter Atmosphären-, Über- oder Unterdruck stehen wird, während das verlustfreie Dielektrikum erfahrungsgemäß nur geringfügige Änderungen der Verluste bei Zustandsänderungen bedingen kann.

Abb. 1. Die im Dielektrikum eingeschlossene Luft wird in dem unter Wasser geöffneten Kabel sichtbar.

Klare und einfache physikalische Verhältnisse sind nur mit kleinen Kapazitäten zu erzielen, die kleine Elektroden besitzen. Die für die Verlustwinkelmessung in der Technik eingebürgerte Brückenanordnung nach H. Schering ist für die Untersuchungen nicht ohne weiteres geeignet, denn sie bedingt die Verwendung von verhältnismäßig großen Kapazitäten, die nicht mehr den für die Unter-

[1]) F. Kohlrausch, Praktische Physik, 17. Aufl., S. 797; Leipzig: B. G. Teubner 1935.

suchungen erforderlichen einfachen und übersichtlichen Zustand ergeben. Aus diesem Grunde muß ein besonderer Kunstgriff angewendet werden, um mit der Scheringschen Brücke sehr kleine Kapazitäten auf ihre Verluste hin zu untersuchen. Dieser Kunstgriff besteht darin[2]), daß die kleine zu untersuchende Kapazität c einer genügend großen, aber verlustfreien Kapazität C parallel geschaltet wird (Abb. 2). Die Verluste in der kleinen Kapazität c können dann ohne Schwierigkeiten aus dem tg δ-Wert der beiden parallel geschalteten Kapazitäten berechnet werden; denn der tg δ-Wert dieser Anordnung ist in Anbetracht der Verlustfreiheit der großen Kapazität nur um einen aus dem Verhältnis der Kapazitäten sich ergebenden Zahlenfaktor kleiner als der tg δ-Wert der zu untersuchenden Kapazitäten (Abb. 3). Letzten Endes ist aber, wie sich zeigen wird, lediglich die Parallelschaltung der verlustfreien Kapazität C mit der kleinen verlustreichen Kapazität c von Interesse und für die Aufklärung der bisher beobachteten Erscheinungen wichtig.

Abb. 2. Anordnung der Schering-Brücke zur Untersuchung kleiner verlustreicher Kapazitäten.

Abb. 3. Die Beziehungen zwischen den Verlustwinkeln bei einer Parallelschaltung von verlustfreier und verlustreicher Kapazität.

Die einfachste Form des zu untersuchenden Zweischichtenkondensators besteht aus einer verlustfreien Kapazität c_1 und einer Spitzenfunkenstrecke c_2 (s. die Schaltbilder in Zahlentafel 1). Die Kapazität c_1 sei veränderlich und die Spitzenfunkenstrecke in einem verschließbaren Glasgefäß untergebracht. Hieran läßt sich folgendes nachweisen:

Der tg δ-Wert der Gesamtanordnung $C \parallel c_1$ und c_2 bleibt verschwindend klein, solange die Spitzenfunkenstrecke nicht anspricht. Im Augenblick ihres Ansprechens wird ein tg δ-Wert meßbar. Seine Größe hängt bei konstantem C-Wert nur von der Größe der veränderlichen Kapazität c_1 ab. Je größer c_1 ist, um so größer wird tg δ, und zwar wächst der tg δ-Wert der Gesamtanordnung in dem hier interessierenden Bereich der kleinen tg δ-Werte linear mit der Kapazität c, sofern c klein gegenüber C ist, wie ohne weiteres aus Abb. 3 abzuleiten ist:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{c \operatorname{tg}\Delta}{C\left(1+\frac{c}{C}\right)}\,.$$

Der tg δ-Wert der Gesamtanordnung $C \parallel c_1$ und c_2 ändert sich nach Ansprechen der Spitzenfunkenstrecke mit wachsender Spannung nicht mehr. Er ist von dem in der Glasröhre herrschenden Luftdruck im wesentlichen unabhängig. Die Spannung, bei der die Spitzenfunkenstrecke anspricht, und damit die Spannung, bei der Verluste in der Gesamtanordnung auftreten, hängt bei konstantem Spitzenabstand nur von dem in der Glasröhre herrschenden Luftdruck ab. Je kleiner der Luftdruck in der Glasröhre ist, um so früher springt die Funkenstrecke an und um so früher treten die Verluste auf.

[2]) Hartshorn, Proc. physic. Soc. 36 (1924) S. 399.

Mit dem Auftreten der Verluste ändert sich aber der Kapazitätswert der Gesamtanordnung $C \parallel c_1$ und c_2. Da aber die Werte von C und c_1 während der Messungen unverändert bleiben, so bedeutet eine Änderung des Brückenwiderstandes R_3, aus dem der Kapazitätswert der untersuchten Gesamtanordnung errechnet wird, eine scheinbare Vergrößerung der Spitzenfunkenstrecken-Kapazität. Bekanntlich läßt sich der Wert der untersuchten Kapazität aus dem Vergleichswiderstand R_3 nach folgender Formel berechnen:

$$C + \frac{1}{\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}} = C_2\,\frac{R_4}{R_3}\,.$$

Zahlentafel 1 gibt einige Meßwerte wieder. Bei der Untersuchung ist für C eine Minosflasche, für c_1 eine Kugel- und für c_2 eine Spitzenfunkenstrecke benutzt worden. Das Einsetzen der dielektrischen Verluste bei dieser Anordnung in Abhängigkeit von dem in der Glasröhre herrschenden Luftdruck zeigt Abb. 4.

Zahlentafel 1.

Spannung kV	tg δ	R_3 Ω	berechneter Wert der untersuchten Kapazität cm	Anordnung
rd. 20	0,0011	84,63	338,2	
rd. 20	0,0018	82,86	345,4	
3,6	0,0006	84,63	338,2	
4,9	0,0057	83,89	341,2	
5,8	0,0057	83,84	341,4	
7,2	0,0057	83,58	342,4	
9,1	0,0057	83,49	342,8	
11,0	0,0057	83,43	343,1	
12,4	0,0057	83,38	343,2	
14,3	0,0057	83,34	343,4	
16,2	0,0057	83,30	343,6	
18,6	0,0057	83,28	343,7	
20,0	0,0057	83,24	343,8	

Abb. 4. Das Einsetzen der Verluste abhängig vom Luftdruck bei der dritten Schaltung in Zahlentafel 1.

In dem aus den Kapazitäten C und c_1 sowie aus der Spitzenfunkenstrecke c_2 gebildeten Modell würde die große Kapazität C demjenigen Anteil des festen Isolierkörpers entsprechen, der verlustfrei ist, während die aus c_1 und c_2 gebildete Kombination dem Anteil der im Dielektrikum eingeschlossenen Luft gleichzusetzen wäre. Je größer der Luftgehalt des festen Isolierkörpers ist, um so größer würde c_1 in dem Modell zu machen sein.

Das Modell eines Zylinderkondensators wird in der Weise nachgebildet, daß an Stelle der Spitzenfunkenstrecke ein lufthaltiger Zylinderkondensator gesetzt wird, welcher so eingerichtet ist, daß Glimmentladungen in ihm möglich sind. Bekanntlich beginnt die Luft erst bei einer bestimmten Beanspruchung $\mathfrak{E}_0$ zu glimmen. Gemäß der für den Zylinderkondensator geltenden Formel

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{U}{\varrho \ln \frac{R}{r}}$$

würde bei konstantem $\mathfrak{E}_0$ die Spannung U eine lineare Funktion von ϱ sein, wobei ϱ die räumliche Grenze des

Glimmens (Radius) bezeichnen möge. Daraus folgt, daß die Glimmgrenze linear mit der an den Zylinderkondensator angelegten Spannung wächst.

Anderseits ist die dünne, auf dem Radius ϱ liegende Luftschicht eine lineare Funktion von ϱ, infolgedessen muß der $\operatorname{tg}\delta$-Wert des Zylinder-Luftkondensators innerhalb der Glimmgrenzen linear mit der Spanung ansteigen.

Das gleiche Gesetz gilt auch für einen Zylinderkondensator mit festem Dielektrikum, bei dem die Luft innerhalb des Dielektrikums gleichmäßig verteilt ist, wie sich das beispielsweise bei den Messungen der $\operatorname{tg}\delta$-Werte von Einleiter-Hochspannungskabeln in vielen Fällen tatsächlich zeigt. Auch für ein Hochspannungskabel läßt sich ein Modell mit den im Kabel auftretenden Verlusten nachbilden. Dazu wird einem Kondensator mit konstantem Verlustwinkel ein kurzes luftgefülltes Kabelstück parallel geschaltet. Das Kabel kann dabei gegebenenfalls vollkommen trocken sein. Die Zahlentafeln 2 und 3 sowie die Abb. 5

Zahlentafel 2.

Spannung kV	$\operatorname{tg}\delta$ bei einem Luftdruck von Torr 76	56	36	16
7,3	0,0083	0,0083	0,0078	0,0078
10,9	0,0083	0,0083	0,0080	0,0102
12,7	0,0083	0,0083	0,0101	0,0122
14,5	0,0091	0,0097	0,0112	0,0143
16,4	0,0101	0,0108	0,0131	0,0161
18,6	0,0114	0,0126	0,0148	0,0181
20,0	0,0127	0,0136	0,0168	0,0211

Zahlentafel 3.

Spannung	R_2 bei einem Luftdruck von Torr			
	76	56	36	16
kV	Ω	Ω	Ω	Ω
7,3	228,1	228,1	228,1	228,1
10,9	228,1	228,1	228,1	227,5
12,7	228,1	228,0	227,8	227,3
14,5	227,9	227,9	227,5	226,8
16,4	227,8	227,7	227,2	226,3
18,6	227,7	227,4	226,8	225,7
20,0	227,4	227,1	226,3	225,0

Abb. 5. Abhängigkeit der in einem Kabel auftretenden Verluste von der Spannung bei verschiedenen Verdünnungsgraden der eingeschlossenen Luft.

geben den Verlauf der $\operatorname{tg}\delta$-Werte in Abhängigkeit von dem im Kabel herrschenden Luftdruck wieder, wobei ein unimprägniertes Kabelstück einem Kondensator mit verschwindend kleinem Verlustwinkel ($\operatorname{tg}\delta = 0{,}001$, $R_2 = 273{,}9\,\Omega$) parallel geschaltet worden ist. Das Kabel von etwa 60 cm Gesamtlänge ist zu dem Zweck mit den nötigen Schutzerdungen versehen in einer evakuierbaren Glasröhre untergebracht worden.

Die an diesem Modell gewonnenen Ergebnisse zeigen den entscheidenden Einfluß des Zustandes der im Dielektrikum eingeschlossenen Luft auf den Verlauf der Verlustwinkelkurven. Der Zustand und die Menge dieser Luftmassen hängen wesentlich von der Struktur des Stoffes und dem Verlauf der Fertigung ab. Das Dielektrikum eines Hochspannungskabels wird bekanntlich in der Weise hergestellt, daß die papierumhüllte Kabelseele im Vakuum getrocknet, dann imprägniert und schließlich mit einem Bleimantel umpreßt wird.

Der Anteil der im Kabel verbleibenden Luftmassen ergibt sich nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz, da bei der Imprägnierung des Kabels eine bestimmte Luftleere aufrechterhalten und das Kabel bei einer bestimmten Temperatur der Imprägnierflüssigkeit mit dem Bleimantel umpreßt wird. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Imprägniermasse einen räumlichen Ausdehnungskoeffizienten von etwa 0,6 bis 0,8 ‰ je ° C hat und daß die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Tränkmasse infolge von Temperaturänderungen auf den Zustand der im Kabel eingeschlossenen Luftmenge nicht ohne Einfluß bleibt.

Legt man die an dem eben erwähnten Modell ermittelten Werte der weiteren Rechnung zugrunde, so lassen sich die Werte für den Verlauf der Verlustwinkelkurven vorausberechnen, die für das in üblicher Weise fertiggestellte Kabel mit dem gleichen Aufbau zu erwarten sind. Bei der Rechnung bleibt noch zu berücksichtigen, daß das Verhältnis der Dielektrizitätskonstanten des fertig imprägnierten Kabels zum unimprägnierten Kabel ungefähr den Wert 1,4 besitzt. Der Verlustwinkel zweier parallel geschalteter, nicht verlustfreier Kondensatoren ergibt sich aus der Formel

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{C_1 \operatorname{tg}\delta_1 + C_2 \operatorname{tg}\delta_2}{C_1 + C_2}.$$

Bringt man die nach dieser Formel aus den Zahlentafeln 2 und 3 ermittelten Werte für das lufthaltige Kabelstück C_2 in Beziehung zu einem idealen Kabelstück C_1 mit konstantem Verlustwinkel ($\operatorname{tg}\delta = 0{,}005$), so erhält man je nach dem Luftgehalt des Kabels und dem Zustand der im Kabel eingeschlossenen Luft die aus Zahlentafel 4 ersichtlichen Werte.

Zahlentafel 4.

Luftgehalt in % des ursprüngl. Luftvolumens %	Druck der im Kabel vorhand. Luftmengen Torr	$\operatorname{tg}\delta$ bei einer Spannung von 7,3 kV	20 kV	Zunahme des $\operatorname{tg}\delta$
		$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$
4	76	6,1	6,9	8
0,75	76	5,2	5,3	1
0,75	16	5,2	8,4	32

Wie sich aus Zahlentafel 4 ergibt, wird eine wesentlich flachere $\operatorname{tg}\delta$-Kurve bei sonst gleichen Zustandsbedingungen durch eine bessere Evakuierung erhalten. Trotz einer besseren Evakuierung ist der Verlauf der $\operatorname{tg}\delta$-Kurve aber wesentlich steiler und ungünstiger als bei einem schlecht evakuierten Kabel, wenn die im Kabel vorhandenen Luftreste infolge starker Abkühlung des Kabels Unterdruck haben.

Zu dem gleichen Ergebnis kann man auch ohne die etwas umständliche Rechnung gelangen, wenn man von dem ganz allgemein gültigen Zustandsbild der im Dielektrikum eingeschlossenen Luft ausgeht, wie es in Abb. 6 wiedergegeben ist. Das Bild gibt den Druck der Luft für einen Temperaturbereich von 10 bis 40 ° C wieder. Wie man hieraus ohne weiteres erkennt, steht die im Dielektrikum eingeschlossene Luft bei Temperaturen über 10 ° C ständig unter Überdruck, wenn das Kabel bei einer Temperatur der Imprägnierflüssigkeit von 10 ° C gepreßt worden ist. Bei einer Ausgangstemperatur von 25 ° C stehen die Luftmassen bei einer niedrigeren Temperatur ständig

unter Unterdruck, während sie bei einer höheren Temperatur unter Überdruck stehen. Und bei einer Ausgangstemperatur von 40 ° C stehen die Luftmassen bei niedrigerer Temperatur ständig unter Unterdruck.

Das Zustandsbild zeigt anderseits die erheblichen Druckschwankungen bei einem gut gefüllten Kabel im Gegensatz zu den fast unwesentlichen Druckunterschieden bei einem stark lufthaltigen Dielektrikum. Ein Vergleich dieses Zustandsbildes (Abb. 6) mit dem Bild, welches den Verlauf der Verlustwinkelkurven in Abhängigkeit von der Spannung und dem Druck der eingeschlossenen Luft wiedergibt, wie es beispielsweise an einem völlig luftgefüllten, aus ölimprägnierten Papieren hergestellten 10 kV-Kabel mit sektorförmigen Leitern in Parallelschaltung mit einer verlustfreien Kapazität aufgenommen ist (Abb. 7), lehrt folgendes:

Abb. 6. Druckverhältnisse der im Dielektrikum eingeschlossenen Luft.

Abb. 7. Verlustkurven für ein luftgefülltes 10 kV-Kabel.

1. Der Verlauf der bei verschiedenen Temperaturen aufgenommenen Verlustwinkelkurven ändert sich — von der Größe des tg δ-Wertes abgesehen — nur unwesentlich bei einem stark lufthaltigen Dielektrikum.
2. Der Verlauf der bei verschiedenen Temperaturen aufgenommenen Verlustwinkelkurven ändert sich erheblich bei einem gut gefüllten Kabel.
3. Der Verlauf der Verlustwinkelkurve kann bei einem gut gefüllten Kabel nach starker Abkühlung steiler sein als bei einem Kabel mit viel Luftgehalt.
4. Bereits ein Überdruck von 1 at genügt, um eine flach ansteigende Verlustkurve bei einem stark lufthaltigen und daher wenig durchschlagsicheren Kabel zu liefern. Daher kann ein Vergleich zwischen Verlustkurven, die bei einem nicht künstlich unter Druck gehaltenen Kabel und einem künstlich unter Druck gesetzten Kabel gemessen werden, ein objektives Bild über die besondere Güte einer der beiden Kabeltypen nicht liefern.

Für den Verlauf der tg δ-Werte ist also die Gesamtheit derjenigen Faktoren ausschlaggebend, die den Zustand der im Dielektrikum verbleibenden Luftreste während und nach der Herstellung beeinflussen. Wie groß dieser Einfluß sein kann, ergibt sich aus Abb. 8. Darin sind die Verlustwinkelkurven von zwei H-Kabeln für 30 kV mit einer Isolationsstärke von 8 mm wiedergegeben. Das eine Kabel ist unter Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln hergestellt worden, die ein ausreichendes Vakuum während der Imprägnierung und eine vollkommene Füllung des Kabels bei niedriger Temperatur gewährleisten. Das andere Kabel ist bei ungünstigem Vakuum imprägniert und bei einer viel zu hohen Temperatur der Imprägnierflüssigkeit gepreßt worden.

Abb. 8. Einfluß des Herstellungsverlaufs von Hochspannungskabeln auf den Verlustwinkel.

Die Zusammensetzung und Viskosität der Tränkmasse hat nach einer weitverbreiteten Anschauung einen erheblichen Einfluß auf den Verlauf der Verlustwinkelkurven. Dieser Einfluß ist aber nur da möglich und denkbar, wo die Fabrikationseinrichtungen so beschaffen sind, daß man mit ihnen die physikalische Struktur des Dielektrikums nicht ausreichend beherrscht. Denn die Darlegungen zeigen, daß die bisher nicht befriedigend aufgeklärten Zusammenhänge nunmehr nicht nur ergründet sind, sondern sogar vorausberechnet werden können, was für die Isolierstofftechnik unmittelbar praktische Bedeutung hat.

Zusammenfassung.

Die im Dielektrikum eingeschlossene Luft kann je nach dem Ablauf des Herstellungsvorganges und dem jeweiligen Zustand des Dielektrikums unter Über-, Atmosphären- oder Unterdruck stehen. Bei Unterdruck ergeben sich steil ansteigende, bei Überdruck flache Verlustkurven. Anderseits ist eine Verlustkurve um so steiler, je größer der Anteil der im Dielektrium eingeschlossenen Luft ist. Das hat zur Folge, daß bei einem stark lufthaltigen Dielektrikum die Verlustkurven infolge von Temperaturänderungen in ihrem charakteristischen Verlauf — von der Größe des Verlustwinkels abgesehen — sich nur wenig ändern, während sie sich bei einem gut gefüllten Dielektrikum infolge der erheblichen Druckunterschiede wesentlich verändern.

Wirkwiderstand der Kurzschlußringe bei kleinen Käfigläufermotoren.

621. 313. 333. 2. 045. 56

Bei Induktionsmotoren kleiner Leistung mit Käfigläufer, insbesondere bei solchen mit großer Polzahl, genügt es bei der Berechnung des Wirkwiderstandes der Kurzschlußringe nicht, die Stromdichte als gleichmäßig verteilt über den Querschnitt anzunehmen, da in den meisten Fällen die radiale Höhe der Ringe groß ist im Verhältnis zum Durchmesser. Wenn man auf eine genaue Vorausberechnung des Widerstandes Wert legt (z. B. wegen der Erwärmung), muß man vielmehr die Stromverteilung in den Ringen mit Hilfe von Strömungslinienbildern ermitteln, die nach den Gesetzen der Kraftlinienbilder nach Augenmaß entworfen werden können. Man kann auch die Aufgabe analytisch anfassen und bereits gelöste Kraftlinienprobleme auf diesen Fall anwenden. Eine diesbezügliche Untersuchung von H. Trickey[1]) kann dem Konstrukteur beim Eingehen auf diese Fragen Anregungen bieten. *Bdk.*

[1]) P. H. Trickey, Electr. Engng. 55 (1936) S. 144.

Thermostatische Verlustmessung, insbesondere an Starkstromkondensatoren.

Von **H. Gönningen VDE**, Berlin.

621. 319. 4. 017

Übersicht. Zur Messung von elektrischen Verlusten in geschlossenen Behältern wird ein Verfahren beschrieben, das mit sehr einfachen Mitteln durchführbar ist. Dieses Verfahren führt oft noch zum Ziel, wenn andere Meßverfahren Schwierigkeiten bereiten, zum Beispiel bei Starkstromkondensatoren und Hochfrequenzgeräten.

In der Starkstromtechnik ist es in den meisten Fällen möglich, die elektrischen Verluste der Geräte mit Wattmetern zu messen. In vielen Fällen, zum Beispiel bei Gleichstrom, genügt die einfache Ausrechnung aus Strom und ohmschem Widerstand. Bei Wechselstrom, insbesondere bei Hochfrequenz, ist die Messung aber oft erheblich schwieriger. Man benutzt dann unter anderem das Thermowattmeter, die Schering - Meßbrücke, das Pungs - Preunersche Kalorimeter sowie Resonanzkreise mit genau bekannten Ersatzstücken. Bis zu einer Verlustleistung von etwa 1 % treten keine nennenswerten Schwierigkeiten auf, während die Messung noch kleinerer Verluste entweder sehr umständlich wird oder sehr teure Geräte erfordert. Für viele Zwecke wird man diese teuren Geräte nicht entbehren können, weil sie entweder allein eine objektive Beweisführung durch absolute Messung gestatten oder weil das im folgenden beschriebene thermostatische Verfahren oder das dynamische im Ölkalorimeter aus irgendeinem Grunde nicht anwendbar ist.

Auch bei Starkstromkondensatoren traten einige der oben erwähnten Schwierigkeiten auf, nachdem es gelungen war, die Verluste von 1 bis 2 % auf 0,1 bis 0,3 % herabzusetzen. Die bisherigen Meßgeräte gaben einen so geringen Ausschlag, daß eine genaue Messung nicht mehr möglich war, ja daß ein erkennbarer Ausschlag des Wattmeters nur bei der Erreichung der allerhöchsten Strom- und Spannungsausnutzung der Meßbereiche vorhanden war. Das Thermowattmeter war zunächst noch mit einem Meßfehler behaftet und nach seiner Beseitigung durch die Bemühungen der Physikalisch-technischen Reichsanstalt[1]) immer noch zu teuer. Oft waren es auch die erforderlichen teuren Vergleichskondensatoren, welche die Anschaffung sehr erschwerten, insbesondere bei Niederspannungskondensatoren. Zu einer Leistung von 10 BkW sind bei 220 V beispielsweise rd. 660 μF erforderlich und für 100 BkW, was keine ausgefallene Leistung ist, sogar 6600 μF.

Thermostatisches Verfahren.

Es wurde darum versucht, die Verluste thermostatisch zu bestimmen. Von vornherein bestand Klarheit darüber, daß es sich dabei nicht um eine Präzisionsmessung handeln könne, sondern nur um ein einfaches Verfahren mit in der Regel ausreichender Genauigkeit. Bei dem thermischen Verfahren wurde davon ausgegangen, daß der Behälter bei jeder gleichmäßigen Wärmezufuhr aus seinem Innern heraus auf eine Endtemperatur kommt, bei welcher die von der Oberfläche an die Luft und durch Strahlung abgegebene Wärme gleich der im Innern entwickelten sein muß. Jeder Wärmeentwicklung muß anderseits eine ganz bestimmte Übertemperatur entsprechen. Wenn es schwierig ist, an einem Kondensator die Verluste als solche elektrisch zu messen, so ist es jedoch leicht, in den Behälter einen Heizwiderstand einzusetzen und seine Heizleistung elektrisch genau zu bestimmen. Ersetzt man also die Wickel durch einen Widerstand und heizt durch ihn den Behälter auf dieselbe Übertemperatur der Oberfläche, so hat man damit die Möglichkeit der vergleichsweisen Bestimmung der Verluste.

In sehr einfachen Fällen, z. B. bei Kondensatoren ganz einheitlicher Art und Größe, kann man sich damit begnügen, den Vergleich durch die Messung der Temperatur an einem einzigen Punkt durchzuführen. Man kann dann schon aus der Temperatur der Öloberfläche auf Grund einer Eichung die Verluste bestimmen. Diese Messung ist aber sehr unvollkommen, da sie stets denselben Temperaturverlauf an der Oberfläche und auch im Innern des Behälters voraussetzt. Das gleiche Temperaturgefälle kann man aber nur bei gleichem Strömungswiderstand erhalten, der bei der erforderlichen Eichung sehr schwer herzustellen ist. Schon mit der Viskosität des Öles ändern sich sofort die Verhältnisse. Das dünnere Öl fließt schneller an der Behälteroberfläche abwärts als das dickere und bringt dadurch eine gleichmäßigere Oberflächentemperatur mit sich, wodurch die Oberfläche kühler wird und der Boden wärmer.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Wattbelastung eines Behälters.

Um zu einer größeren Genauigkeit und einer allgemeineren Anwendung gelangen zu können, muß man statt der Punktmessung die Flächenmessung wählen. Als Fläche kommt nur die Oberfläche in Frage. Ihre Temperatur muß an so vielen Stellen gemessen werden, daß man aus den Messungen die mittlere Oberflächentemperatur bestimmen kann. Unter den normalen Verhältnissen kann man damit rechnen, daß bei gleicher mittlerer Übertemperatur der Oberfläche gegenüber der Luft auch dieselben Verluste vorhanden sind. Versuche haben gezeigt, daß die Oberflächentemperatur in der gleichen Höhe des Behälters am ganzen Umfang praktisch die gleiche ist, wodurch die Temperaturmessung erheblich vereinfacht werden kann. Es genügt darum in den meisten Fällen, wenn man an e i n e r Seitenfläche an beliebiger Stelle in den verschiedenen Höhen mißt und aus diesen Messungen den Mittelwert errechnet, der dann für den ganzen Behälter gelten kann.

In dieser Weise wurden eine große Zahl von Behältern geeicht, indem die Abhängigkeit der mittleren Oberflächentemperatur von der Wattbelastung ermittelt wurde. Das Ergebnis ist in der Abb. 1 dargestellt; es brachte eine Reihe wichtige Erkenntnisse bzw. Bestätigungen.

B e h ä l t e r h ö h e. — Die Kühlfähigkeit des Behälters ändert sich mit seiner Höhe. Je größer die Höhe wird, desto kleiner wird die spezifische Kühlfähigkeit, d. h. die Oberflächentemperatur wird höher bei derselben Belastung in Watt/dcm². Dies erklärt sich dadurch, daß die am Behälter aufsteigende Luft sich um so mehr erwärmt, je größer die Höhe ist, aber damit gleichzeitig an Kühlfähigkeit verliert.

B e h ä l t e r u m f a n g. — Eine Abhängigkeit der spezifischen Kühlfähigkeit von dem Umfang des Behälters

[1]) G. Zickner u. G. Pfestorf, ETZ 51 (1930) S. 1681.

konnte nicht festgestellt werden. Bei gleicher Höhe richtet sich die mittlere Oberflächentemperatur also nur nach der spezifischen Belastung, wodurch die Eichung und Rechnung sehr vereinfacht werden.

Deckelfläche. — Die Kühlfähigkeit der Deckelfläche erwies sich als sehr gering, sie kann darum fast vernachlässigt werden. Um dadurch aber keine Ungenauigkeit eintreten zu lassen und anderseits die Rechnung nicht zu erschweren, wurde der Deckel durch eine starke Papptafel abgedeckt. Die Kühlfähigkeit des Deckels ist darum so gering, weil die Luft an seiner Oberfläche nicht durch einen einfachen senkrechten Aufstieg entlanggleiten kann, sondern nur in Wirbeln bei waagerechter Stromrichtung.

Bodenfläche. — Der Boden hat die niedrigste Übertemperatur und außerdem keinen kühlenden Luftstrom. Da er überdies den Erdboden selten oder sonst nur unvollkommen berühren wird, so kann er als Kühlfläche im Regelfalle nicht gewertet werden.

Luftströmung. — Die Messungen haben natürlich nur dann einen Wert, wenn die vorhandene Luftströmung nur auf den Auftrieb des warmen Behälters zurückzuführen ist, d. h. wenn keine Fremdströmung wirksam ist. Die Fremdströmung kann in sehr einfacher Weise durch die Aufstellung einer Rollwand verhindert werden. In der Entfernung von ½ bis 1 m Abstand wird sie den Fremdstrom wirksam abhalten und weder den Eigenstrom behindern, noch durch Rückstrahlung die Verhältnisse beeinflussen können.

Art der Oberfläche. — Wichtig ist die Art der Oberfläche, woraus hervorgeht, daß die Wärmeabgabe durch Strahlung nicht unbedeutend ist. Der schwarze und matte Körper strahlt mehr als der weiße und blanke, insbesondere der metallisch glänzende. Die Wirkung auf das Auge im Lichtbereich von einer Oktave ist allerdings für die Beurteilung nicht ganz ausreichend, da die Wärmestrahlen etwa 8 Oktaven umfassen und sich damit sehr weit vom Sichtbereich entfernen. Für die Wärmeabstrahlung ist nicht die sichtbare Oberfläche maßgebend, sondern die tatsächliche, welche aus einer für das Auge unsichtbaren farblosen Lackschicht bestehen kann. Der schwarz matt gespritzte Behälter hatte die beste Kühlfähigkeit. Nicht viel schlechter war das rohe Schwarzblech, wobei die Benetzung mit Öl keinen Einfluß zu haben schien. Erstaunlich war, daß der mit Aluminium gespritzte Behälter dieselbe Kühlfähigkeit aufwies wie ganz schwarz erscheinende Schwarzblechbehälter. Sehr viel schlechter jedoch kühlte das blanke Weißblech.

Aus den Vergleichsmessungen wurden Faktoren gewonnen, die das Verhältnis der Übertemperaturen einerseits und das Verhältnis der Oberflächenbelastungen bei gleicher Temperatur anderseits angeben und eine Umrechnung auf die den Eichkurven zugrunde liegenden Werte gestatten. Das ungefähre Verhältnis ist in der Abb. 2 dargestellt. Die darin enthaltenen Faktoren sind folgende:

Oberflächenart	mittlere Übertemperatur	Watt/dcm²
schwarz gestrichen . . .	0,9	1,07
Schwarzblech, roh . . .	1,0	1,0
Weißblech, blank . . .	1,6	0,69

Messung der Oberflächentemperatur. — Die Oberflächentemperatur wurde mit einfachen Röhrenthermometern mit geeignetem Meßbereich gemessen in der Anordnung, wie sie durch die Abb. 3 dargestellt ist. Das Thermometer steckt in einem nach unten geschlossenen Rohrstück, das auf der einen Seite einen Blechflansch hat. Der Blechflansch liegt gegen die Behälterwand und nimmt von ihr die Temperatur ab. Zur Verhinderung der Abkühlung des Rohrstücks ist dieses mit einem geschlitzten Rohr aus Hartpapier überzogen. Der Thermometerhalter wird gegen den Behälter durch einen Federbügel gedrückt, der auf beiden Enden einen Gummisauger trägt. Wenn die Sauger nicht gerade auf stark mit Zunder überzogene Stellen gesetzt werden und man sie etwas mit Glyzerin befeuchtet, haften sie ohne Schwierigkeiten tagelang.

Messung der Raumtemperatur. — Zur Bestimmung der Oberflächentemperatur muß auch die Raumtemperatur sehr genau gemessen werden. Während sich bei den vielen Temperaturen an der Behälteroberfläche kleine Ablesefehler wieder gegenseitig ausgleichen, geht jeder Fehler bei der Bestimmung der Raumtemperatur unmittelbar in die mittlere Übertemperatur ein. Ein unmittelbarer Vergleich mit der Lufttemperatur wird selten möglich sein, da diese meist starken Schwankungen unterworfen ist. Die Raumtemperatur muß darum einem Körper größerer Wärmekapazität entnommen werden, der die Schwankungen der Luft nicht mitmacht. Am günstigsten ist es, einen gleichen Behälter mit der gleichen Flüssigkeit gefüllt zu wählen. Ohne die künstliche Heizung würden beide auf derselben Temperatur sein. Die Übertemperatur des geheizten Behälters muß also ganz genau der Heizung entsprechen. Auch ein in der Nähe aufgestellter ähnlicher Behälter wird genügend genaue Werte ergeben. Die Thermometer müssen beim Vergleichsbehälter natürlich in genau derselben Weise angeklebt sein wie bei dem zu eichenden.

Abb. 2. Übertemperatur und Belastung verschiedener Blechsorten.

Abb. 3. Anordnung zur Messung der Oberflächentemperaturen.

Temperaturverlauf. — Wie bereits erwähnt, wird die Temperatur in derselben Höhe an allen Seitenflächen meistens dieselbe sein, so daß dann die Messung des Temperaturverlaufs an einer Seitenfläche ausreichend ist. Der Temperaturverlauf in der Senkrechten ist allerdings von den inneren Verhältnissen, insbesondere von dem Ölumlauf stark abhängig. Auch die Lage der Wärmeentwicklung und ihre mehr oder minder große Ausdehnung ist von großem Einfluß. Welches Temperaturgefälle im Innern selbst bis zur Wärmequelle herrscht, ist jedoch ohne Einfluß auf die Messung. Ein dünnflüssiges Öl fließt schneller als ein dickflüssiges. Das dünnflüssige Öl wird darum eine gleichmäßigere Temperaturverteilung bringen. Im Mittelwert der Übertemperatur konnte zwischen beiden Ölen kein Unterschied festgestellt werden.

In der Abb. 4 zeigt *B* die Kurve für das dünnere und *A* die für das dickere Öl. Oberhalb der Öloberfläche geht die Temperatur wieder zurück, weil hier die unmittelbare Erwärmung durch das Öl aufhört.

Gang der Messung. — Die Voraussetzung für die Messung ist die empirische Eichung des zu messenden Behälters oder noch besser die Aufnahme der in der Abb. 1 gebrachten Kurvenschar. Man mißt dann bei gleichmäßiger Belastung im Endzustand der Erwärmung den Temperaturverlauf durch Einzelmessungen in vielleicht sechs verschiedenen Höhen. Die Kurve wird genau aufgezeichnet und nach der Simpsonschen Regel, durch Auszählen von Quadraten oder mit dem Planimeter ausgemessen. Die mittlere Übertemperatur ergibt sich dann durch Division durch die Höhe des Behälters. Nach der Multiplikation mit dem Oberflächenfaktor entsprechend der Abb. 2 kann man nach der Kurvenschar der Abb. 1 auf dem Parameter der Behälterhöhe die spezifische Belastung der Oberfläche in Watt/dcm² ermitteln. Durch einfache Multiplikation dieses Wertes mit der gesamten wirksamen Kühlfläche des Behälters (also ohne Boden- und Deckelfläche) ergeben sich die Wattverluste im Behälter. Handelt es sich um einen Kondensator, so erhält man durch Division in die Blindleistung die spezifischen Verluste in Watt je kVA bzw. den Tangens des Winkels in Tausendstel.

Abb. 4. Temperaturverlauf über eine Seitenfläche des Behälters (*A* dickflüssiges, *B* dünnflüssiges Öl).

Zeitdauer der Messung. — Die beschriebene Messung erfordert etwa 10 bis 15 Stunden, weil erst die Endtemperatur des Behälters erreicht sein muß. Aber dafür ist sie mit sehr einfachen Mitteln durchzuführen und erfordert während der Erwärmungszeit keinerlei Beaufsichtigung, so daß sie auch in die Nachtzeit gelegt werden kann.

Messung bei Betriebstemperatur. — Die Verluste von Kondensatoren sind bekanntlich temperaturabhängig; sie folgen einer V-Kurve und können darum mit der Temperatur steigen und fallen. Man gewinnt nur dann das richtige Bild über die Güte und Sicherheit des Kondensators, wenn man die Messung im Betriebszustand vornimmt, wie bei dem hier beschriebenen Verfahren. Dies ist als besonderer Vorteil zu werten.

Meßgenauigkeit. — Die Genauigkeit hängt sehr von der Sorgfalt ab, mit welcher die Messung ausgeführt wird, insbesondere aber von der Genauigkeit der Eichung. Da bei der Eichung die Gewinnung eines jeden Punktes der Temperaturkurve einen Tag in Anspruch nimmt, so ist sie sehr zeitraubend, ebenso die Bestimmung der Genauigkeit des Verfahrens. Nach der gewonnenen Erfahrung scheint mir die Genauigkeit von ± 5 % bei genügender Sorgfalt gut erreichbar zu sein, und diese dürfte für die meisten Fälle ausreichen. Es kommt bei der Prüfung der fertigen Kondensatoren gar nicht immer so genau auf die Messung der absoluten Höhe der Verluste an, wie darauf, daß ein Fehler in der Herstellung mit Sicherheit entdeckt wird, und hierzu reichen schon gute Relativwerte vollständig aus. Im ganzen gesehen muß man aber sagen, daß die Messung leichter zu beurteilen und durchsichtiger ist als nach den meisten anderen Verfahren.

Zusammenfassung.

Bei Berücksichtigung der sich mit der Höhe des Behälters ändernden thermischen Verhältnisse läßt sich nach der mittleren Übertemperatur der Oberfläche empirisch feststellen, wie hoch die Verluste in einem geschlossenen mit Öl oder Luft gefüllten Behälter sind. Das Meßverfahren hat eine Genauigkeit von etwa ± 5 %.

Otto von Guerickes elektrische Untersuchungen.

Zum Gedächtnis der 250. Wiederkehr seines Todestages am 11. Mai 1936.

Von Dr. **Hans Schimank**, Hamburg.

537 (09)

Im Jahre 1657 erhielt eine weitere Öffentlichkeit zum ersten Male Kunde von höchst sonderbaren Versuchen, die ein Magdeburger Bürgermeister daheim in aller Stille angestellt und dann 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg dem Kaiser und mehreren Kurfürsten und Fürsten gezeigt hatte. Otto Gericke hieß dieser Mann, oder — wie er sich seit 1666 nach erfolgter Erhebung in den Adelsstand schreiben durfte und ausschließlich schrieb — Otto von Guericke.

Als Sohn des Schultheißen Hans Gericke aus dessen zweiter Ehe mit der Braunschweiger Patriziertochter Anna von Zweidorff ward er am 20. 11. 1602 zu Magdeburg geboren. Nach sorgfältiger Erziehung im elterlichen Hause bezog er 1617 die Universität Leipzig, 1620 die Universität Helmstedt. Nach Abschluß dieser vorbereitenden Studien trieb er seit 1621 in Jena Rechtswissenschaft, um schließlich seine Ausbildung mit einem Studium der technischen Wissenschaften in Leiden abzuschließen.

Nach einer längeren Bildungsreise durch England und Frankreich trat er 1626 in das Ratskollegium seiner Vaterstadt ein, wurde Bauherr der Stadt und erlebte als solcher die Belagerung, Eroberung und Zerstörung Magdeburgs im Jahre 1631. Als Ingenieur in schwedischen, später in sächsischen Diensten war er eifrig für den Wiederaufbau der alten Stadt Magdeburg tätig, für den er großzügige, aber nicht in die Tat umgesetzte Pläne entwarf. Bei Wiederzusammentritt des Rates wurde auch Guericke erneut in ihn aufgenommen und neben seiner Ingenieurtätigkeit in wachsendem Maße zu diplomatischen Sendungen herangezogen. So vertrat er Magdeburg unter anderem als Bevollmächtigter auf dem westfälischen Friedenskongreß, wie späterhin zu Wien, in Nürnberg und auf dem Reichstage zu Regensburg.

Während dieser diplomatischen Sendungen fand er Zeit und Gelegenheit, sich mit naturwissenschaftlichen Fragen zu beschäftigen und besonders dem kosmologisch bedeutsamen Problem nach dem Wesen des physischen Raumes nachzugehen. Im Zusammenhange damit legte er sich die Frage vor, ob der Streit über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit eines stoffleeren Raumes nicht versuchsmäßig entschieden werden könne. Er ließ sich eine messingne Feuerspritze zu einer einfachen Zweiklappenluftpumpe umbauen und stellte mittels dieser Vorrichtung einige Versuche an, die er auf dem Reichstage zu Regensburg 1654 mehrfach vorführte. Er gewann dabei die Überzeugung, daß es keine sog. fuga vacui gebe, sondern daß alle von ihr abgeleiteten Erscheinungen auf den Luftdruck zurückzuführen seien. Nach seiner Rückkehr vom Reichstage stellte er daheim in Magdeburg weitere Versuche mittels einer verbesserten Luftpumpe an, unter anderem den bekannten Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln,

dessen erste Anfänge etwa zwei Jahre nach Beendigung des Reichstages in Regensburg nachweisbar sind.

Die ersten Veröffentlichungen über Guerickes Versuche erfolgten in Caspar Schotts „Mechanica hydraulico-pneumatica" (1657) und der „Technica curiosa" (1664). Guericke selbst stellte sie in größerem Zusammenhange in seinen „Neuen sog. Magdeburgischen Versuchen über den luftleeren Raum" dar, die 1672 bei Johannes Jansson in Amsterdam erschienen (Abb. 1). Dies Werk, das in sieben Bücher eingeteilt ist, entwirft ein Weltbild auf kopernikanischer Grundlage, gestützt auf Versuche und Beobachtungen, über welche hauptsächlich das 3. und 4. Buch berichten.

Unter allen Versuchen Guerickes erregten naturgemäß die ungemein wirksamen und im größten Maßstabe durchgeführten Versuche mit der Luftpumpe das meiste Aufsehen, so daß Guericke, der am 11./21. 5. 1686 zu Hamburg starb, im Gedächtnis der Nachwelt fast ausschließlich als der Erfinder der Luftpumpe fortlebt. Ohne die Bedeutung der Tatsache irgendwie verkleinern zu wollen, daß er durch diese seine Erfindung der Begründer der gesamten Vakuumtechnik geworden ist, muß doch betont werden, daß er ähnlich große Verdienste um die Entwicklung der Raumtheorien und um die Ausbildung der Elektrizitätslehre hat. Nur von den auf das letztgenannte Gebiet bezüglichen Versuchen, die mittels einer Schwefelkugel angestellt wurden, soll hier die Rede sein[1]).

In einem Schreiben vom 6./16. 6. 1671, das die Beantwortung einer Anfrage des jungen Leibniz vom 3. 5. des gleichen Jahres darstellt, spricht sich Guericke auch des näheren über seine Schwefelkugel aus. „Es sind", so heißt es in diesem Briefe, „unterschiedliche Mineralia so mit Schwefel in eine ronde Kugel in der Größe zwoer Fäuste groß zusammen gegossen, wodurch einige virtutes mundanae oculariter demonstrieret werden. Also da Tycho de Brahe schreibet: er wollte gern dem Copernico beipflichten, wann nicht der Erdboden ein so schwer Corpus wäre, hergegen demonstriere ich hierdurch, dass der Erdboden nicht so schwer als die allerleichteste plumula (Federlein) sei. Item gedenket Galiläus in seinem Traktat: dass man nicht begreifen könne, woher es komme, dass der Mond immer der Erden folge und auch immer eandem faciem (dieselbe Ansicht) gegen dieselbe behalte. So demonstriere ich mit derselben Kugel, dass solches durch sonderliche virtutes mundanas geschehe. Ex(empli) gratia (beispielsweise) Wann die Kugel zuvor etwas mit der Hand überstrichen und sodann eine gar leichte plumula daran gehalten wird, so zeucht die Kugel die plumulam anfangs an sich, stosset sie aber bald wiederum so weit ab, als es ihr orbis virtutis (Wirksamkeitskreis) vermag, und wo alsdann die Kugel hingehet, da gehet auch die plumula in der Luft schwebend hin, sodass man sie uff jedes begehrtes Punkt, ja uff jemandes Nase bringen kann. Sie behält auch immer eandem faciem globum versus, so daß man sie vermittelst dieser Kugel in der Luft umdrehen kann, wie man sie haben will. Item es können gar viel andere wunderbare Dinge durch diese Kugel demonstrieret werden, so dass man siehet, dass nicht eine, sondern etliche viventes virtutes darinnen verborgen, gleich wie man vom Magnetstein siehet, in welchem die virtus directiva Telluris (die Richtkraft der Erde) kein mehrers aber stecket. Also hierinnen andere virtutes, so zu weitläuftig zu schreiben."

Abb. 1. Titelblatt der „Neuen Magdeburgischen Versuche", in deren 4. Buche die elektrischen Untersuchungen beschrieben sind.

In welchem Zusammenhange diese Versuche mit Guerickes berühmten Untersuchungen über den Luftdruck stehen, lehrt schließlich noch eine Bemerkung gegen Ende des Schreibens kennen, wo es heißt: „Die gravitas, woher solche entstehe, wird mit gedachter Schwefelkugel augenscheinlich demonstrieret, und weil der Erdboden per virtutem conservativam (durch eine Bewahrkraft) alles, was ihm dienlich, an sich hält, consequenter auch die Luft, als bekömmt sie dadurch zugleich eine gravitatem, per quam se ipsum premit (Schwere, durch welche sie auf sich selbst drückt), woraus die vis elastica (die Elastizität) entstehet, davon ich gar unterschiedene Experimenta."

Vom Standpunkt des Erfinders, Entdeckers und Denkers selbst gesehen bieten also die elektrischen Versuche einen ganz anderen Anblick dar, als wir ihn aus den üblichen Darstellungen der Geschichte der Elektrizitätslehre kennen. Doch ist sich Guericke nicht der Tatsache bewußt, daß man es bei den elektrischen Erscheinungen mit einer neuartigen und besonderen Gruppe von Naturvorgängen zu tun hat, die es verdient, in ihrer ganzen Eigengesetzlichkeit untersucht und unvoreingenommen dargestellt zu werden. Für den Luftdruck und alle von ihm abhängigen Erscheinungen war er bis zu dieser Freiheit des geistigen Standpunktes vorgedrungen und hatte dadurch der Wissenschaft ein neues und ungemein fruchtbares Arbeitsgebiet erschlossen, das sich bald auch als technisch auswertbar erwies. An die Untersuchung der elektrischen Vorgänge trat er dagegen mit ganz bestimmten Vorurteilen heran und versperrte sich auf diese Weise selbst den Weg zu allen denjenigen Erfolgen, denen rund 70 Jahre später Gray und Dufay ihren Ruhm verdankten.

Alle Vorgänger Guerickes hatten zu ihren Untersuchungen über die vis electrica Bernstein oder irgendwelche Kristalle benutzt, so wie sie sich im natürlichen Zustande darboten. Guericke dagegen benutzte eine

[1]) Eine kurze Darstellung von Guerickes Tätigkeit als Ingenieur und seiner Untersuchungen über den Luftdruck erscheint in Z. VDI 80 (1936) H. 19 S. 557. Für alle biographischen Einzelheiten und die geschichtliche Entwicklung der Untersuchungen kann auf eine kurze Biographie Otto von Guerickes verwiesen werden, die als Gedenkschrift soeben in der Schriftenreihe „Magdeburger Kultur- und Wirtschaftsleben", herausgegeben von der Stadt Magdeburg, erscheint. Eine erstmalige Verdeutschung der ganzen „Experimenta nova Magdeburgica" wird zusammen mit Zeugnissen zur Lebensgeschichte Guerickes und mit seinem wissenschaftlichen Briefwechsel noch im Spätherbst dieses Jahres im Auftrage der Siemens-Ring-Stiftung, der Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum und des Vereines deutscher Ingenieure herausgegeben werden.

Mischung, die nach einer Mitteilung Speners 13 grains salis tartari fixi auf ein Pfund Schwefel enthielt. (Ein grain ist, falls man Zählung in französischem Troysgewicht annimmt, der 24. Teil eines Deniers, der seinerseits wieder $^{1}/_{192}$ Pfund darstellt. Sal tartari fixi ist aus Weinstein dargestelltes Kaliumkarbonat.) Das Besondere ist nun aber nicht die Stoffauswahl, sondern die Formgebung.

Abb. 2. Bildnis Guerickes nach einem zeitgenössischen Kupferstich.

Nicht aus irgendwelchen technischen Rücksichten erschmolz sich Guericke aus Schwefel eine Kugel (Abb. 3). Sie war ihm vielmehr ebenso wie Gilberts kugelförmiges „Erdlein" das Abbild eines Weltkörpers und diente nach dem Vorbilde der Gilbertschen „terella" zum Studium kosmisch physikalischer Erscheinungen. Vor allem galt es dabei, das Wesen der Schwerkraft wenn nicht zu deuten, so doch wenigstens zu veranschaulichen. Denn die Frage nach dem Geheimnis der allgemeinen Gravitation, dem schon Kepler nachgesonnen hatte, und das in seiner Nachfolge Newton aus dem Metaphysischen ins Mathematische wendete, erregte während des ganzen 17. Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Gelehrten. Keiner der großen Geister jener Zeit ist an ihm vorübergegangen, und jeder von ihnen hat die Frage danach auf seine Weise beantwortet, von Kepler und Galilei angefangen bis zu Hooke, Leibniz und Newton.

Neben Descartes, Hobbes und Huygens gesellte sich auch Guericke der Schar dieser Forscher zu, und seine Antwort auf die zur Erörterung stehende Frage lautete: Die Schwerkraft ist eine virtus mundana, eine wirkende Weltkraft, und zwar diejenige, die als virtus conservativa alles das beieinander hält, was für den Bestand und die Erhaltung des jeweiligen Weltkörpers unerläßlich ist. Dazu gehört z. B. für unsere Erde ihre Lufthülle, die den Erdboden vor allzu starker Sonnenstrahlung schützt, die aber auch zur Aufrechterhaltung des Tier- und Pflanzenlebens der Erde erforderlich ist.

Es gibt jedoch nicht nur eine einzige Weltkraft, die „konservative", sondern noch mannigfache andere, wie z. B. die (erdmagnetische) Richtkraft, die Umschwungkraft, die Antriebskraft, Leuchtkraft, Hallkraft oder Wärmkraft. Einige von diesen wirkenden Weltkräften sind körperhafter Art und vermögen daher feste Stoffe nicht zu durchdringen, andere dagegen sind unkörperliche Wesenheiten und gehen — wie beispielsweise die Lichtstrahlen — selbst durch das harte Glas ungehindert hindurch. Ein Beispiel für eine körperhafte Weltkraft bietet unsere Lufthülle dar, die eine Ausdünstung, ein „Ruch" der Erde und aller irdischen Dinge ist. Sämtliche Weltkräfte sind eine Art von Ausströmungen der Weltkörper, mittels deren sich das kosmische Geschehen vollzieht. Denn ebenso wie diese Wirkkräfte als „Effluvien" dem einen Körper entströmen, treten sie als Influenzen, als Einflüsse an den anderen heran und in ihn ein, im allgemeinen entsprechend seiner Masse. Sie üben eine Fernwirkung, eine actio in distans aus, die aber nur innerhalb einer bestimmten Wirkungssphäre, der sphaera activitatis, spürbar ist. Ihr Wirkungsfeld ist stark in der Nähe des Körpers, von dem sie ausströmen, schwächt sich mit der Entfernung und wird schließlich zu Null, wie man dies ja deutlich auch an der Abnahme des Luftdrucks für unsere Atmosphäre wahrnimmt.

So einleuchtend manche dieser Vorstellungen einem heutigen Physiker erscheinen, und so freudig er bereit sein wird, in den Ausführungen über die Wirksamkeitssphäre die keimhaften Ansätze aller späteren Feldtheorien zu erkennen, so befremdlich mutet ihn anderes an. Dies ist nicht weiter verwunderlich, denn wir verstehen natürlich Guericke zunächst nur dort, wo er schon in einer der unsern ähnlichen Ausdrucksform spricht. Wir dringen dagegen zum Verständnis seiner wahren Meinung häufig nur mühsam an allen jenen Punkten vor, wo er ganz leicht verständlich für seine Zeit war, die astrologisch oder wie Kepler astrometeorologisch an die Influenz der Gestirne auf das irdische Geschehen glaubte, der Sonne und den Planeten besondere Gestirnseelen zuschrieb, und der die Vorstellung eigentümlicher, den Weltkörpern zukommenden qualitates mundanae — nach dem Ausdruck Gilberts und Kirchers — durchaus einleuchtend schien.

Auch wir glauben ja an Allgemeineigenschaften, nur suchen wir sie nicht mehr zu „erklären", sondern wir benutzen sie in stillschweigender Anerkennung ihrer unerklärbaren Eigenart zur Kennzeichnung solcher Begriffe, z. B. Masse oder Gewicht, die dann als Buchstabensymbole in die Formeln unseres mathematisierten Weltschemas eingehen. Aber der Weg von der kosmischen Physik Keplers zur neuzeitlichen Quantenmechanik führt eben über solche

Abb. 3. Guerickes Schwefelkugel, die Frühform der Elektrisiermaschine. Nach einem Kupferstich aus den „Experimenta Magdeburgica".

Zwischengebilde, wie Guerickes „virtutes mundanae" es waren. Gerade wenn wir uns an diesen frühen und heute absonderlich wirkenden Gedankengebilden einmal klarmachen, wie Theorienbildung denn überhaupt vor sich geht, werden wir zugeben müssen, daß wir auch heute noch so verfahren wie Guericke und seine Zeitgenossen. Wir versuchen zunächst, neuartige Erscheinungen durch Übertragung von älteren, selbstverständlich scheinenden Begriffsformeln oder -bildern greifbar für unsere Einordnungsbemühungen zu machen. Irgendwo ist diese ältere Form dann sperrig, und wir nehmen nun ein Stück aus ihr heraus und setzen dafür ein anderes ein, das uns den neuen Inhalt paßlicher zu umschließen scheint. Nach mehrfacher Wiederholung dieses Flickverfahrens zeigt sich meist, daß die Herstellung einer ganz neuen Form empfehlenswerter ist als die ungefüge Abänderung der alten, und so entsteht ein Bezirk mit neuen, aus den jüngsten Erfahrungen abgeleiteten und zur Bezeichnung ihrer Eigenarten besonders geeigneten Deckworten, die neue Theorie und ihre Symbolik.

Solch eine neue Symbolik hat einstmals auch von den Darlegungen Guerickes ihren Ausgangspunkt genommen. Seine „sphaera activitatis“ ist ganz allmählich in den Feldbegriff übergegangen, wie anderseits auch seine „virtutes mundanae incorporeae“, seine unkörperlichen wirkenden Weltkräfte, fast anderthalb Jahrhunderte lang die Theorienbildungen der Physik als das, was sie ja in der Tat sein wollten, beherrscht haben, als Lehre vom unkörperlichen und damit auch unwägbar feinen Träger einer Fernwirkung. Die Lehre von den Imponderabilien, die auch auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts herrschte, und aus der dann als Neubildungen die Keime der Elektronentheorie entspringen konnten, geht auf Guericke als ihren geistigen Ahnherrn zurück.

Weil von diesen Einflüssen Guerickes auf die Entwicklung der Physik anscheinend noch nirgendwo gesprochen worden ist, und weil sie in mancher Hinsicht stärker gewirkt haben als seine eigentlichen Entdeckungen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre, wurden sie hier einmal ausführlicher dargelegt. Was nun die eigentlichen Versuche anlangt, so können wir uns für die Behandlungsvorschrift der Schwefelkugel wieder wörtlich an Guerickes Angaben halten, wie er sie Leibniz in der Beilage zu einem Brief vom 13. 10. 1671 mit den Worten machte:

„Es ist bei dieser Kugel zu bemerken, dass dieselbe an keinem feuchten Orte liegen, weniger mit unsaubern Händen, noch die feucht sind, traktieret oder atterieret (gerieben) werden muss, sondern je härtere Hände jemand hat und je trockner sie seind, je besser die Kugel uff vorhergehendes Bestreichen mit der Hand und Atterieren operieret.

Zu augenscheinlicher Darstellung 1.) der virtutis conservativae oder attractivae Telluris pflege ich nur Hopfenblätterlein zu gebrauchen, wie wohl die Kugel alles an sich zeucht, — doch dass es nicht zu schwer, dann alles, was sie zeucht, muss sie der Erden nehmen und also stärker ziehen als ipsa Tellus. — Aber 2.) zu Bezeigung der virtutis expulsivae brauche ich . . . Flaumfederlein . . ., welche, wann die Kugel zuvor etwas begriffen oder bestrichen und auch einmal oder drei mit dem Handschlag perstringieret (getroffen) worden, sie an sich zeucht, hernach die Ästlein sich von einander spreizend machet und endlich gar von sich expellieret (forttreibt). . . . . . . Dabei dann auch zu wissen, dass die Kugel nicht alle Zeit einerlei Effekt prästieret, sondern eine Zeit mehr an sich zeucht, die ander Zeit mehr expellieret, oder auch so in diesen, so in jenem stärker oder weniger operieret . . . . . .“

Zum ersten Male ist hier neben der seit dem Altertum bekannten elektrischen Anziehung auch die Abstoßung nach erfolgter Ladung beobachtet und beschrieben. Die genauere Darstellung im 15. Kapitel von Buch 4 der „Neuen Magdeburgischen Versuche“ läßt uns sogar erkennen, daß Guericke, der eine ungemein scharfe Beobachtungsgabe besaß, auch feinere Einzelheiten wahrgenommen hatte. Denn eine durch Berührung mit der Schwefelkugel geladene Feder, so beschreibt er die Erscheinungen, wird in der Luft „gewissermaßen lebendig. Sie zieht alles, was sich ihr nähert, bereitwillig an oder nähert sich ihm, sofern das (erstere) nicht möglich ist. Sie läßt sich auf den hervorragenden Enden der ihr begegnenden Gegenstände nieder, falls sie . . . im Zimmer herumgeführt wird. . . . Stellt man aber ein brennendes Licht auf den Tisch und nähert ihm die Feder zusamt der (Schwefel-) Kugel . . ., dann kehrt sie sogleich um und sucht bei jener (Kugel) gleichsam Schutz.“

Die Gegenseitigkeit der Anziehungen zwischen einem elektrisch geladenen und einem ungeladenen Körper ist hiermit festgestellt und zugleich die entladende Wirkung der Flamme beobachtet, aber nicht erfaßt. Denn Guericke stellt nirgendwo eine Vergleichsbeziehung zwischen dieser Wahrnehmung und der sogleich anschließend beschriebenen Tatsache her, daß eine erneute Anziehung der Feder durch die Kugel erst wieder erfolgt, nachdem sie durch Berührung mit einem unelektrischen Körper ihre Ladung ganz oder teilweise abgegeben hat. Dabei ist es eigentlich falsch, wenn wir bei der Beschreibung dieser Erscheinungen die heute gebräuchlichen Bezeichnungen benutzen, die das Endergebnis einer langen Entwicklung sind. Wir tragen dadurch unwillkürlich eine gewisse Voreingenommenheit in unser Urteil über Guericke hinein, der am Anfang aller dieser Bemühungen stand und zu der Zeit, wo er seine Versuche anstellte, ebensowenig wie bei seinen Untersuchungen über den Luftdruck brauchbare Hilfsvorstellungen oder Hinweise auf Erklärungsmöglichkeiten vorfand. Aus diesem Grunde konnten bei ihm und durch ihn die Anfänge der Theorienbildung in der Elektrizitätslehre mit kosmologischen Vorstellungen eng verwebt werden, eine Verknüpfung, die erst durch Grays Nachfolger allmählich gelöst wurde.

Ungemein aufschlußreich sind schließlich die Beobachtungen Guerickes an einem Leinenfaden. Er sah, daß der Faden vor dem Finger zurückweicht, wenn beiden zugleich die geriebene Schwefelkugel genähert wird, nahm also mit anderen Worten die Wirkung eines Influenzvorganges wahr und entdeckte ebenfalls an einem solchen Faden die Erscheinung der elektrischen Leitung. Gerade auf Grund dieser Beobachtung zog er dann den für seine Zeit überraschend feinen Schluß, daß hierdurch mit unumstößlicher Sicherheit alle Theorien widerlegt werden, die eine Erklärung der elektrischen Anziehungen auf die Mitwirkung der Luft stützen.

Ein Leuchten der geriebenen Schwefelkugel im Dunkeln hat Guericke zwar gesehen, nicht aber den elektrischen Funken. Seine Wahrnehmung blieb Leibniz vorbehalten, der Guericke in einem Schreiben vom 31. 1. 1672 Mitteilung davon machte.

Wir sehen mit Recht in Guericke den Begründer der experimentellen Physik in Deutschland, der auf dem Gebiete der Vakuumtechnik wie der Elektrizitätslehre bahnbrechend war. Wenn dann auf dem letztgenannten Gebiete trotz aller Bemühungen von Leibniz, der immer wieder auf Guerickes bedeutungsvolle Untersuchungen mit der Schwefelkugel hinwies, die weitere Entwicklung nicht unmittelbar an die Forschungen des Magdeburger Bürgermeisters anknüpfte, ist daran wohl das späte Erscheinen seines Werkes mitschuldig. Denn die Versuche mit der Luftpumpe, die zunächst das größte Aufsehen erregten, waren schon durch die Veröffentlichungen von Schott in seiner „Technica curiosa“ bekannt geworden, und Guerickes eigener Bericht konnte in dieser Hinsicht nicht mehr viel Neues bieten. Anders lag der Fall bei seinen elektrischen Untersuchungen. Es ist aber schwer zu sagen, ob seine Auseinandersetzungen über die virtutes mundanae im Jahre 1672 noch viele aufmerksame Leser fanden. Selbst soweit dies der Fall war, befand sich kaum einer unter ihnen, der sogleich den hohen und eigenartigen Wert der Beobachtungen an der Schwefelkugel erfaßte, wie Guericke sie in einer aufs äußerste zusammengedrängten Darstellung beschrieb. Leibniz hat ihn freilich von Anfang an erkannt, und wenn wir gegenwärtig unser Urteil über die wissenschaftsgeschichtliche Bedeutung Guerickes zusammenfassen sollten, so würden wir — abgesehen von einem Hinweis auf seine großen Verdienste um die Lösung des Raumproblems — uns durchaus der Worte von Leibniz bedienen können, der am 17. 8. 1671 an Guericke schrieb:

„Wenn mein hoher Herr nichts anders jemals erfunden oder entdecket hätte als die Kugel von wunderlicher Wirkung zu Erleuchtung menschlicher Wissenschaft und die Ausschöpfung der Luft zu Vermehrung menschlicher Kräfte, hätte derselbe sich das menschliche Geschlecht genugsam verbunden. Und wer auch in einem oder andern etwa von den daraus formierten Hypothesibus oder Theoria abweichen würde, wird dennoch, wenn er anders eine Ader der Billigkeit in sich hat, der Experimenten, — welche so beschaffen, daß sie nicht von ohngefähr, sondern durch reifes Nachsinnen gefunden, — hohe Wichtigkeit bekennen müssen.“

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 016. 31. 003 **Wirtschaftliche Lastverteilung.** — Die Frage der wirtschaftlichen Lastverteilung auf gekuppelte Kraftwerke besteht darin, in Abhängigkeit von der vom Netz benötigten Leistung die Kraftwerke, die einzusetzen sind, und die ihnen zuzuteilenden Leistungen zu bestimmen; ferner innerhalb jedes Kraftwerkes in Abhängigkeit von der ihm zugeteilten Last die in Betrieb zu nehmenden Maschinengruppen sowie die von ihnen unter den günstigsten Wirkungsgradverhältnissen zu liefernden Leistungen festzulegen. Für jeden Fall des Zusammenarbeitens mehrerer Stromerzeuger wird eine Kennlinie der kleinsten Leistungsaufnahme gezeichnet, um je nach dem Leistungsbedarf des Netzes den Maschineneinsatz für den geringsten Leistungsverbrauch der Stromerzeuger zu ermitteln. Für beispielsweise zwei Maschinen erfolgt das in der Weise, daß in Abhängigkeit von der Belastung einer der beiden Maschinen die Kurven gleicher Leistung aufgezeichnet werden, d. h. die Summe der Leistungsaufnahmen beider Maschinen bei konstanter Gesamtleistungsabgabe und verschiedener Lastaufteilung. Verbindet man die Kleinstwerte dieser Kurven miteinander, so stellt die neugewonnene Kurve ein Maß für die günstigste Lastaufteilung bei gegebener Gesamtbelastung dar. Aus dieser Kurve läßt sich dann in Abhängigkeit von der Gesamtbelastung die Kennlinie der kleinsten Leistungsaufnahme ableiten, die zusammen mit den Leistungsbedarfkennlinien der beiden Einzelmaschinen einen Kurvenzug ergibt, aus dem für jede gegebene Leistungsanforderung der wirtschaftlichste Maschineneinsatz abzulesen ist. Weiter werden noch die zugehörigen Wirkungsgradkurven ermittelt und die Kurven gleichen Wirkungsgrades in die Schar der oben erwähnten Kurven gleicher Leistung eingetragen. Aus den bisher zur Darstellung gebrachten Kennlinien läßt sich dann unschwer für jede der beiden Einzelmaschinen die Kurve der wirtschaftlichsten Lastzuteilung bei gegebener Gesamtlast ableiten.

Hat man die Last auf drei Maschinen aufzuteilen, so bildet man die Kurven kleinster Leistungsaufnahme für die Einzelmaschinen sowohl wie für die Kombinationen je zweier Maschinen und schließlich für das gleichzeitige Arbeiten aller drei Maschinen. Aus dem so gebildeten Kurvenzug ergibt sich wiederum für jede Gesamtbelastung der günstigste Maschineneinsatz. Die Lastaufteilung auf die einzelnen Maschinen läßt sich in entsprechender Weise wie oben ermitteln, wobei in dem Lastbereich, in dem alle drei Maschinen arbeiten, zunächst zwei als eine Einheit aufgefaßt und die Last zwischen sie und die dritte Maschine aufgeteilt wird. Anschließend ermittelt man dann die günstigste Lastaufteilung auf die beiden zunächst zusammengefaßten Maschinen. Für n Generatoren geht man so vor, daß man die Kurven kleinster Leistungsaufnahme sowohl für die einzelnen Maschinen als auch für sämtliche möglichen Kombinationen von je 2 bis je n-1 Maschinen und schließlich noch für die Gesamtheit aller Maschinen aufstellt. Trägt man alle diese Kurven auf ein und demselben Kurvenblatt auf, so kann man daraus den Kurvenzug für den wirtschaftlichsten Maschineneinsatz bei jeder anfallenden Belastung zusammenstellen. Hat man mit Hilfe dieses Kurvenzuges für eine bestimmte Belastung die wirtschaftlichste Kombination von Maschinen ermittelt, so muß man nun weiterhin Schritt für Schritt die wirtschaftlichste Aufteilung der Last auf die einzelnen Maschinen vornehmen. Beim Zusammenarbeiten mehrerer Kraftwerke wird vom Lastverteiler nach dem eben behandelten Verfahren die Belastung auf die einzelnen Werke verteilt, während die Aufteilung auf die einzelnen Maschinen jedes Werkes den örtlichen Betriebsleitern zufällt. Es wird dann an Hand eines Beispieles gezeigt, wie man mit Hilfe einer bipolaren Darstellung der oben besprochenen Kurven auf graphischem Wege die wirtschaftlichste Lastverteilung vornehmen kann. Auf Grund dieser Darstellung ist es ohne Schwierigkeiten möglich, ein Gerät zu entwickeln, mittels dessen die wirtschaftliche Lastverteilung rasch für jeden Belastungsfall ermittelt werden kann. — Das beschriebene Verfahren ist zwar theoretisch sehr interessant, seiner praktischen Anwendung steht jedoch die Tatsache hindernd im Wege, daß die ihm zugrundeliegenden Generatorwirkungsgrade bei der praktischen Lastverteilung eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen gegenüber anderen wirtschaftlichen (Kapitaldienst, Benutzungsdauer, Brennstoffkosten, Anfahrverluste usw.) und betrieblichen Fragen (Reserve, Spannungs- und Frequenzhaltung, Blindstromverteilung usw.[1]). [M. Dugit, Rev. gén. Électr. 39 1936) S. 123.] *Sdn.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 047. 4 **Neue Wege zur Verbesserung der Stromwendung bei Gleichstrommaschinen.** — Die Möglichkeiten zur Unterdrückung der bei der Stromwendung von Gleichstrommaschinen auftretenden Kurzschlußströme durch zusätzliche Widerstände im Kurzschlußkreis untersucht S. B. Juditzki. Während sich die Widerstandsverbinder zwischen Stromwender und Läuferwicklung sowie die aus Kupfer und Graphit geschichteten Bürsten nicht bewährt haben, geben die vom Verfasser durchgeführten Versuche mit in Längsrichtung durch Isolierschichten unterteilten Bürsten Aussicht auf Erfolg. Abb. 1 bringt solche dreifach unterteilten Bürsten. Der die Bürste quer durchfließende Kurzschlußstrom wird hierbei gezwungen, seinen Weg über die Verbindung der Teilbürsten zu suchen, und findet somit einen größeren Widerstand vor; der Bürstenwiderstand für den Maschinenstrom, der die Bürste in Teilströmen durchfließt, bleibt dagegen unverändert. Die Zahl der Teile, in die eine Bürste zu zerlegen ist, hängt von konstruktiven Erwägungen ab. Bei Maschinen für Stoßlast wird eine Aufteilung allein der Bürste meistens nicht ausreichen. Wie durch frühere Versuche des Verfassers festgestellt worden ist[2]), ist die Stromverteilung unter der Bürste bei plötzlich auftretenden Stromstößen ungleichmäßig, und zwar ist die ablaufende Bürstenkante wesentlich stärker belastet. Daher erscheint es bei Maschinen für Stoßlast zweckmäßig, den Widerstand des ablaufenden Teiles der unterteilten Bürste möglichst zu erhöhen. Das kann dadurch geschehen, daß die einzelnen Teile der unterteilten Bürste aus verschiedenem Stoff mit verschiedenen Widerstandswerten hergestellt werden, oder daß bei gleichem Stoff der ablaufende Teil der Bürste Einschnitte erhält, wie in Abb. 2 gezeigt, wobei durch die Zahl und die Tiefe der Einschnitte der Widerstand beliebig groß gehalten werden kann, oder aber, daß in die Zuleitung zu der entsprechenden Teilbürste ein zusätz-

a b c d

a ungeteilte Bürste
b geschichtete Bürste
c geschichtete Bürste aus verschiedenem Bürstenmaterial
d geschichtete Bürste mit zusätzlichem Widerstand R in der Zuleitung der ablaufenden Teilbürste

Abb. 1.

[1]) Vgl. u. a. Krohne: Die wirtschaftliche Erzeugung der elektrischen Spitzenkraft in Großstädten. Berlin: Julius Springer 1929. — Hoppe: „Über die Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit elektrischer Dampfkraftwerke". Diss. T. H. Hannover 1933.

[2]) Vgl. den Bericht in ETZ 56 (1935) S. 1415 über einen Aufsatz von Schenfer und Juditzki.

licher Widerstand geschaltet wird, wie in Abb. 1 d dargestellt.

Bei der Herstellung dieser unterteilten Bürsten ist das verwendete Bindemittel zum Zusammenballen der einzelnen Bürstenteile sowie der Herstellungsvorgang selbst von größter Bedeutung. Das Bindemittel muß gut elektrisch isolieren, muß die Bürste fest zusammenhalten, muß wärmebeständig und gut wärmeleitend sein, muß gleiche Abnutzung wie die Bürste selbst haben und

a um 0,05 Ω
b um 0,025 Ω vergrößerter Widerstand

Abb. 2. Geschichtete Bürsten mit durch Einschnitte vergrößertem Bürstenwiderstand der ablaufenden Teilbürste.

darf beim Feuern der Bürste keine Bestandteile ausscheiden, die den Stromwender verschmutzen könnten. Diesen Forderungen entspricht Bakelit. Die mit Bakelit angefertigten Bürsten müssen unter hohem Druck bei einer gewissen Temperatur eine bestimmte Zeitlang gebrannt werden, wobei Druck, Temperatur und Zeit durch Versuche bestimmt werden. Da sich gezeigt hat, daß die Isolationsfähigkeit des Bakelits durch den anzuwendenden

Abb. 3. Strom- und Spannungsabfall der einzelnen Teilbürsten bei Stoßlast (Oszillogramm *I* der ablaufenden Teilbürste, Oszillogramm *II* der mittleren Teilbürste, Oszillogramm *III* der auflaufenden Teilbürste).

hohen Druck leidet, muß in die Trennschicht der Bürsten ein zusätzlicher Isolierstoff eingeführt werden. Hierzu eignen sich vorzüglich ganz dünne Schichten bestimmter Papiersorten. Bei Verwendung unterteilter Bürsten müssen die Bürstentaschen isoliert sein. Sie werden zweckmäßig aus Aluminium hergestellt und mit einer dünnen Oxydschicht überzogen.

Bei der Herstellung der dreiteiligen Versuchsbürsten wurden die einzelnen Teile mit Bakelitlack bestrichen, der ein spezifisches Gewicht von 0,94 hatte. Nachdem die Bürsten an der Luft getrocknet waren, wurden sie gepreßt und in einen Ofen gebracht, wobei zwischen die Teile ganz dünnes Papier gelegt wurde. Im Ofen wurde die Temperatur zunächst langsam innerhalb von 2 h auf 130 °C gebracht und weitere 3 h auf diesem Wert gehalten. Die mit den Bürsten vorgenommenen Versuche selbst wurden an einem Gleichstrommotor von 73 kW Stundenleistung durchgeführt. Der Strom wurde in allen Fällen plötzlich von 30 A auf 300 A erhöht, der Stromanstieg dauerte etwa 0,1 s. Die Versuche mit den aus verschiedenem Stoff geschichteten Bürsten, wobei für den ablaufenden Bürstenteil der härteste und für den auflaufenden der weicheste gewählt worden war, führten zu keinem befriedigenden Ergebnis: die ablaufende Kante war stark überlastet, was wohl auf stärkere Abnutzung der weicheren Bürstenteile zurückzuführen ist. Dagegen gaben die Bürsten, bei denen durch Einschnitte nach Abb. 2 der Widerstand des ablaufenden Bürstenteils vergrößert war, gute Ergebnisse. Abb. 3 bringt ein Oszillogramm mit der Stromverteilung in den einzelnen Teilbürsten bei einem Zusatzwiderstand von 0,025 Ω, wobei dieser Widerstandswert für die durch die Einschnitte entstandene Brücke errechnet ist[1]). Eine Erhöhung der Bürstenerwärmung infolge des größeren Bürstenwiderstandes wurde nicht beobachtet. Statt der Bürsteneinschnitte kann der zusätzliche Widerstand auch in die Zuleitung der Teilbürste nach Abb. 1 d gelegt werden, wobei weder die Bürste noch der Stromwender durch die zusätzlich auftretenden Verluste erwärmt werden.

Der Verfasser weist zum Schluß darauf hin, daß die günstigen Ergebnisse mit den unterteilten Bürsten zunächst im Versuchsbetrieb unter der hierbei üblichen Sorgfalt erzielt worden sind. Jedoch sei zu erwarten, daß die Bürsten sich auch im praktischen Betriebe bewähren werden, womit ein einfaches Mittel zur Verbesserung der Stromwendung, insbesondere bei Stoßlast, gewonnen wäre. In einer Fußnote zum Aufsatz wird darauf hingewiesen, daß bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft von O. Kasperowski[2]) ähnliche Versuche mit unterteilten Bürsten an Wechselstrom-Bahnmotoren durchgeführt werden. [S. B. Juditzki, Electritchestvo 56 (1935) H. 20, S. 21.] *Wh.*

621. 313. 323. 012. 6 **Kennlinien für das Intrittfallen von Synchronmotoren.** — Das Intrittfallen von Synchronmotoren gehört zu den Fragen, deren Lösung unter Annahme nur weniger Vereinfachungen und auch mit Berücksichtigung des ohmschen Widerstandes der Ständerwicklung mittels des Differentialanalysators möglich ist. Die Lösungen, die mittels des Analysators der Pennsylvania-Universität erzielt wurden, haben als Grundlage die von R. H. Park[3]) entsprechend der Längs- und Querfeldtheorie für Synchronmaschinen angegebenen Gleichungen und wurden durch Versuche auf Richtigkeit und Genauigkeit geprüft. Zur Bestätigung der Erkenntnis, daß das Intrittfallen von Synchronmotoren abhängig ist von der im Augenblick des Zuschaltens der Gleichstromerregung vorhandenen relativen Lage des Läufers gegenüber dem Ständerdrehfeld, wurde der Schlupf in Abhängigkeit von der jeweiligen relativen Läuferlage ermittelt, und zwar bei verschiedenen relativen Lagen im Augenblick des Zuschaltens der Gleichstromerregung. Verändert wurden ferner die Größe der Erregung und die mechanische Belastung. Als besonders wichtig wird hervorgehoben, daß ein zusätzlicher ohmscher Widerstand im Erregerkreis das Intrittfallen begünstigt, weil das alsdann vorhandene größere asynchrone Drehmoment den Läufer bis zu einem kleineren Schlupf beschleunigt als bei unmittelbar kurzgeschlossener Erregerwicklung. Als günstigster Schaltaugenblick ergibt sich derjenige, bei welchem der Strom im Erregerkreis durch Null geht und zum positiven Höchstwert ansteigt. Als Kriterium für diesen günstigsten Schaltaugenblick, bei welchem der Läufer mit den geringsten Netzstörungen in Tritt geht, wird eine Beziehung für die höchstzulässige mechanische Belastung im Schaltaugenblick angegeben. Als Kriterium für den ungünstigsten Schaltaugenblick, bei welchem der Läufer gerade noch, wenn auch über mehrere Polteilungen schlüpfend, in Tritt geht, gilt eine Beziehung für den „Intrittfall-Schlupf“, welche sich von der von Edgerton und

[1]) Ein entsprechendes Oszillogramm für unterteilte Bürsten ohne Zusatzwiderstand ist unter Abb. 2 im bereits erwähnten Bericht in ETZ 56 (1935) S. 1415 gebracht.

[2]) O. Kasperowski, Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 198.

[3]) R. H. Park, Two-reaction theory of synchronous machines, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 48 (1929) S. 716.

Fourmarier[1]) früher angegebenen dadurch unterscheidet, daß der Schlupf bestimmt ist entsprechend dem Motordrehmoment bei voller Gleichstromerregung und nicht entsprechend dem größeren asynchronen Drehmoment bei zusätzlichem Widerstand im Erregerkreis und unerregter Maschine. — Schrifttumsnachweise finden sich am Schlusse des Aufsatzes[2]). [D. R. Shoults, S. B. Cary u. A. H. Lauder, Electr. Engng. 54 (1936) S. 1385.] *Klt.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785. 062 **Zählerfehlschaltung.** — Über zwei in Betrieben vorgefundene, bemerkenswerte Zählerfehlschaltungen berichtet F. Dittrich VDE, und zwar über einen Drehstromzähler mit zwei Systemen und über einen Drehstromzähler mit einem System.

Abb. 4. Schaltung des Zählers.

Abb. 5. Verhältnis der falschen zur richtigen Leistung.

Der Drehstromzähler mit zwei Systemen war nach Abb. 4 geschaltet. Eine Stromspule des Systemes *I* ist verkehrt angeschlossen, und von den Spannungsspulen ist die gemeinsame Klemme falsch mit Phase *1* verbunden, wodurch eine Klemme der Spannungsspulen der Systeme *I* und *II* falsch angeschlossen ist. Außerdem ist die zweite Klemme der Spannungsspule im System *I* falsch mit der Phase *3* verbunden. Bei dieser Fehlschaltung ergibt das System *I* und das System *II* je eine Leistung nach der Formel:

$$L'_{I,\,II} = \frac{1}{2}\, U\, I\, (\sqrt{3} \cos\varphi + \sin\varphi).$$

Die Summe beider Systeme als Gesamtanzeige des Zählers ergibt

$$L' = U\, I\, (\sqrt{3} \cos\varphi + \sin\varphi),$$

während die richtige Leistung $L = \sqrt{3}\, U\, I \cos\varphi$ beträgt.

Die Durchrechnung bei verschiedenen Leistungsfaktoren ergibt, daß der Zähler bei dieser Schaltung nur bei $\cos\varphi = 1$ richtige Angaben macht, während er bei jedem anderen $\cos\varphi$ mehr anzeigt. Die Verhältniszahlen der falschen Leistung zur richtigen Leistung zeigt Abb. 5. Bei einem Leistungsfaktor von $\cos\varphi = 0{,}5$ ist das Leistungsdreieck in Abb. 6 für den falsch geschalteten Zähler dargestellt.

Abb. 6. Leistungsdreieck des Zählers.

In einer zweiten Arbeit behandelt der Verfasser einsystemige Zähler. Dieser arbeitet nach der Formel von Görges:

$$L = i_1\,(U_3 - U_2) + i_2\,(U_1 - U_3) + i_3\,(U_2 - U_1).$$

Die drei grundsätzlichen Schaltungen sind in der Originalarbeit dargestellt. Auch sind die Verhältniszahlen der Leistungen des falsch geschalteten Zählers zur richtigen Leistung in einer Schaulinie wiedergegeben. Ferner enthält die Arbeit auch die Leistungsdreiecke der drei Schaltungen. [F. Dittrich, Elektrotechnicky Obzor 22 (1933) M. 2 und 24 (1935) M 49.] *Sb.*

621. 32. 08 : 535. 65 **Messung von Licht- und Körperfarben.** — Für die Bewertung und Messung von Farben hat die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG) vor kurzem das Normblatt DIN 5033 herausgegeben. Seinen Inhalt veranschaulichte A. Dresler an Hand von Versuchen in einem Vortrag. Für die zahlenmäßige Bestimmung eines Farbeindrucks können in der Hauptsache zwei Verfahren angewandt werden, das Spektralverfahren und das Gleichheitsverfahren. Beim ersten wird mit dem Spektralphotometer die relative spektrale Zusammensetzung des betreffenden Lichteindrucks bestimmt und hieraus rechnerisch die Farbmaßzahlen abgeleitet. Beim zweiten wird die zu prüfende Farbe in einem besonderen Farbmeßgerät (Kolorimeter) mit einer anderen Farbe verglichen, deren Maßzahlen bekannt sind. Voraussetzung für eine richtige Farbmessung ist die Erfüllung folgender Bedingungen: 1. Das Auge des Beobachters muß hell adaptiert sein (normales Tagessehen). Die Gesichtsfeld-Leuchtdichte soll daher mindestens 10 Apostilb, die Wandleuchtdichte des Meßraumes mindestens 50 Apostilb betragen. 2. Gesichtsfeldgröße etwa 1,5°, damit der Farbeindruck auf die Gesichtsfeldmitte (Netzhautgrube) begrenzt wird. 3. Neutrale Gesichtsfeldumgebung (Vermeidung von Kontrasterregung). 4. Ausgeruhtes, nicht farbig ermüdetes Auge. 5. Normaler, farbtüchtiger Beobachter.

Während die Farbe von Lichtquellen an sich festliegt, ist die Farbe nichtselbstleuchtender Flächen (Körperfarbe), z. B. von Stoffproben oder Signalgläsern, erst in Verbindung mit der beleuchtenden Strahlung bestimmt. Im Normblatt sind deshalb für diese Fälle bestimmte „Normalbeleuchtungsarten" vorgeschrieben. Als Lichtquelle dient hierbei durchweg eine gasgefüllte Wolframglühlampe mit der Farbtemperatur 2848° K, und zwar entweder ohne oder mit zwei von Davis-Gibson angegebenen Filtern, die eine Farbtemperatur von 4800° K ergeben. Als Bezugssystem dient das von der Internationalen Beleuchtungskommission 1931 angenommene, das auf den von Guild und Wright durchgeführten Spektrumeichungen aufgebaut ist. Die Darstellung der Farbmaßzahlen geschieht in Dreieckskoordinaten.

Die Kennzeichnung des Farbeindrucks erfolgt bei Selbstleuchtern entweder durch die Angabe dreier „Normalreizanteile" x, y, z, d. h. der zur Erzeugung der betreffenden Farbe notwendigen Mengen genau festgelegter, gedachter Eichfarben, bei gleichzeitiger Angabe der Leuchtdichte (bzw. des Lichtstroms oder der Lichtstärke) oder durch die Angabe von Farbton, Sättigung und Leuchtdichte (bzw. Lichtstrom oder Lichtstärke). Der Farbton wird meist durch die Wellenlänge derjenigen Spektrallinie gekennzeichnet, die, mit Weiß in bestimmtem Verhältnis gemischt, den zu kennzeichnenden Farbeindruck ergeben würde („farbtongleiche Wellenlänge"). Als „Weiß" gelten alle Strahlungen, die den Farbeindruck der Strahlung des energiegleichen Spektrums hervorrufen. Für die Angabe der Sättigung können zwei verschiedene, aus den Farbmaßzahlen abzuleitende Beziehungen verwendet werden, der „spektrale Farbanteil" oder die „spektrale Farbdichte". Bei Körperfarben tritt an die Stelle der Leuchtdichte bei reflektierenden Flächen die Remission (Verhältnis der Leuchtdichte zu derjenigen einer ideal weißen Fläche, bei Beleuchtung unter 45° und Beobachtung senkrecht zur Fläche). Bei durchsichtigen Körpern wird die Durchlässigkeit verwendet, d. h. das Verhältnis der Leuchtdichte der durch den Körper hindurch gesehenen Lichtquelle zur Leuchtdichte der Lichtquelle selbst. [A. Dresler, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 23. 1. 1936.] *Frh.*

621. 317. 083. 5 : 621. 3. 083. 7 **Fernübertragung von Meßwerten mit Widerstandsgebern; Kompensationsverfahren.** — Bei den zur Fernübertragung von Meßwerten mit Widerstandsgebern dienenden „Strommesser- und Quotientenmesserverfahren"[1]) wird der Widerstand des vom Gebergerät gesteuerten Widerstandsgebers mit Ausschlaginstrumenten (Strom- bzw. Quotientenmessern) gemessen oder zur

[1]) Edgerton u. Fourmarier, The pulling-into-step of a salient-pole synchronous motor, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 50 (1931) S. 769.

[2]) Ferner sei hingewiesen auf folgende Arbeiten: Böhm, ETZ 43 (1922) S. 429; 44 (1923) S. 1034. Fränkel, Elektrotechn. u. Maschinenb. 41 (1923) S. 377, 393. Carr, J. Instn. electr. Engr. 60 (1922) S. 165.

[1]) W. Geyger, Arch. techn. Messen (1935) V 3821-1 und V 3821-2.

Beeinflussung eines Motorzählers benutzt. Im Gegensatz hierzu wird bei den mit einem Nullinstrument arbeitenden „Kompensationsverfahren" dieser Widerstand mit Hilfe einer sich selbsttätig abgleichenden Kompensationseinrichtung spannungsunabhängig gemessen und als veränderbare Schleifdrahtlänge bzw. als Ausschlagwinkel eines Schleifkontaktes abgebildet. Nach einem Hinweis auf die verschiedenen Ausführungsarten der bei den Kompensationsverfahren benutzten Widerstandsgeber (Schleifdrahtgeber, Ringrohrgeber oder Widerstandsgeber mit einem Fallbügelsystem) nennt W. Geyger zunächst die bei diesen Verfahren verwendeten Nullinstrumente. Hierfür kommen bei Gleichstrom Drehspulmeßgeräte oder Gleichstrom-Amperestundenzähler und bei Wechselstrom fremderregte Elektrodynamometer oder Induktionszähler in Betracht. Das Nullinstrument wird, je nach der Art der benutzten Meßschaltung, mit einer Einfach-, Differenz- oder Summenwicklung versehen, deren Widerstand den in der Meßschaltung liegenden Widerständen anzupassen ist, um die Einstellempfindlichkeit auf einen Höchstwert zu bringen und eine möglichst große Einstellsicherheit zu erreichen. Die Betätigung des zur Herbeiführung des Kompensationszustandes dienenden, mit dem Zeiger eines Anzeigeinstrumentes oder mit der Schreibvorrichtung eines Tintenschreibers mechanisch gekuppelten Schleifkontaktes kann vom Nullinstrument unmittelbar vorgenommen werden, wenn dasselbe ein ausreichend großes Drehmoment entwickelt, um die am Schleifkontakt und an der Anzeige- oder Schreibvorrichtung auftretenden Reibungswiderstände einwandfrei zu überwinden. Andernfalls muß die Betätigung dieser Teile unter Zuhilfenahme eines Umkehrmotors oder Umkehrgetriebes erfolgen, das vom Nullinstrument über eine auf elektrischer, mechanischer, optischer oder thermischer Grundlage beruhende Relaisvorrichtung (z. B. Kontakt- oder Fallbügelanordnung, Photozellen- oder Bolometerrelais) selbsttätig gesteuert wird. Anschließend werden die bei den Kompensationsverfahren verwendeten Meßschaltungen für eine einzige Meßgröße (Einfachschaltungen) und für mehrere Meßgrößen (Summenschaltungen) beschrieben und die Eigenschaften dieser Verfahren (Spannungs- und Frequenzeinfluß, Fernleitungszahl, Einfluß der Fernleitungswiderstände, Größe der überbrückbaren Entfernungen, Einstellgeschwindigkeit und Drehmoment des Empfangsinstrumentes) kurz besprochen. [W. Geyger, Arch. techn. Messen (1936) V 3821-3.] *Sb.*

621. 317. 6. 082. 15 **Elektrisches Mikrometer.** — Die Wirkungsweise des von S. Reisch an der T. H. Wien entwickelten Einrichtung ist aus Abb. 7 ersichtlich[1]). Das Gebergerät besteht aus einem Doppelkondensator C_1 und C_2, der aus drei parallelen Platten gebildet wird, von denen

G Hochfrequenzgenerator C_1, C_2 Teilkapazitäten des Meßkondensators
W feste ohmsche Widerstände

Abb. 7. Grundsätzliches Schaltbild für das Spannungsteilerverfahren.

die zwei äußeren fest angeordnet sind, während die mittlere sich senkrecht zu ihrer Ebene bewegen kann, so daß bei einer Bewegung in einer bestimmten Richtung die Kapazität des einen Teilkondensators größer, die des anderen kleiner wird. Die beiden Teilkapazitäten C_1 und C_2 liegen hintereinandergeschaltet an der Sekundärseite eines Hochfrequenztransformators, dessen Primärspule vom HF-Generator *G* gespeist wird. Wenn man von den klein zu haltenden konstanten Parallelkapazitäten absieht, so tritt an der beschriebenen Anordnung eine vollkommen lineare Spannungsteilung auf, und daher ist die Differenz der Teilspannungsabfälle an den beiden Kondensatorhälften ein lineares Maß für den Ausschlag der beweglichen Platte aus der Mittellage. Diese Teilspannungsdifferenz wird mittels einer Wheatstone-Brücke gemessen, die von den beiden Dreielektrodenröhren und den beiden konstanten ohmschen Widerständen *W* gebildet wird. Abb. 8 zeigt den elektrischen Teil des ausgeführten Gerätes, zu dessen Vervollständigung der Geberkondenstor, ein Netzanschlußgerät und ein Anzeige- bzw. Schreibinstrument gehören.

1 u. *2* Strommesser zur Messung des Gleichstroms in den beiden Brückenzweigen
3 Strommesser zur Messung der Generatoraufnahme
4 Prüfinstrument im Galvanometerzweig der Brücke, das während der Justierung an Stelle des außen anzuschließenden Anzeige- oder Schreibinstruments geschaltet wird
5 Hauptschalter für Heizung
6 Prüflampe für Heizung
7 Prüfglimmlampe für HF-Generator
8 Umschalter Prüfgalvanometer-Außeninstrument
9 Nullpunktverstellung, grob und fein
10 Nebenschluß zur Empfindlichkeitsregelung
11 Umschalter Eichung—Messung
12 Schalter für die Zusatz-Eichkapazität

Abb. 8. Ansicht des elektrischen Mikrometers.

Bei Verwendung einer Siemens-Oszillographenschleife von 2000 Hz ergibt die Meßeinrichtung eine Vergrößerung von 2000 bis 3000. Mit hochempfindlichen Zeigerinstrumenten können bei ausreichender Stabilität der Speisespannungen Vergrößerungszahlen in der Größenordnung von 1 000 000 erzielt werden. Ein besonderer Vorteil besteht in der symmetrischen Anordnung sowohl des Gebergeräts als auch der ganzen elektrischen Einrichtung. Es ergeben sich dadurch ein natürlicher Nullpunkt, zuverlässige und einfache Wiederholbarkeit der Eichkurve, eine geringe Beeinflußbarkeit durch Temperaturschwankungen und schließlich eine zuverlässige Überwachung des richtigen Arbeitens des Gerätes. Die Eichkurve ist wegen des Vorhandenseins eines natürlichen Nullpunktes und zufolge ihrer — zum Unterschied von anderen kapazitiven Verschiebungsmeßverfahren — grundsätzlichen Linearität durch eine einzige Kennzahl, ihre Steilheit, bestimmt. Diese kann für einen gegebenen Meßkondensator nach einmal durchgeführter mechanischer Eichung auf rein elektrischem Wege einfach ermittelt werden, indem man wahlweise zur einen oder anderen Hälfte eines in die Schaltung fest eingebauten unveränderlichen symmetrischen Ersatzkondensators eine kleine konstante Zusatzkapazität parallel schaltet. Der hierdurch hervorgerufene Ausschlag des Anzeigeinstruments stellt dann die Eichkonstante dar.

Von C. W. Fieber[1]) wurde unter Verwendung des beschriebenen Gerätes ein Indikator für schnellaufende Verbrennungsmotoren entwickelt, der sich praktisch voll bewährt hat. — An der konstruktiven Ausführung des elektrischen Teiles ist Herr Dr.-Ing. A. Knaffl hervorragend beteiligt. S. Reisch.

[1]) Über das Spannungsteilerverfahren zur Messung kleiner Verschiebungen erschienen früher folgende Aufsätze des Verfassers: S. Reisch, Jb. drahtl. Telegr. 38 (1931) S. 101. — Z. techn. Physik 12 (1931) S. 541.

[1]) C. W. Fieber, Automobiltechn. Z. 37 (1934) S. 523.

621. 317. 752 : 621. 385. 3. 072. 2 **Schalten von Relais oder Schaltern in einem vorbestimmten Punkt der Wechselstromkurve.** — In Amerika ist ein Gerät entwickelt worden, das einen Schalter oder ein Relais in einem beliebig einstellbaren Punkt der Wechselstromkurve zu schalten gestattet. Die Anordnung besteht nach Abb. 9 aus einer gasgefüllten gittergesteuerten Elektronenröhre, einem Schwingungserzeuger und einem Phasendreher. Der Schwingungserzeuger besteht aus einem zweistufigen Widerstandsverstärker mit Rückkopplung und erzeugt eine fast rechteckige Wellenform. Die Eigenfrequenz der Schwingung entspricht ungefähr dem Produkt aus der Kapazität C_1 und dem Widerstand r_1. Wählt man einen der Elektrodenwiderstände sehr viel größer als den anderen, so kann man durch Überlagern einer kleinen Steuer-

Abb. 9. Anordnung zum Schalten in einem bestimmten Punkt der Wechselstromkurve.

spannung den Schwingungserzeuger genau synchron mit der Steuerspannung schwingen lassen, vorausgesetzt daß deren Frequenz angenähert mit der Eigenfrequenz des Schwingungserzeugers übereinstimmt. Die Steuerspannung wird dem Netz entnommen. Die Phasenlage zwischen der Steuerspannung, also auch der Netzspannung, und der Spannung des Schwingungserzeugers ist konstant und läßt sich z. B. mit einem Phasendreher beliebig einstellen. Die Spannung des Schwingungserzeugers wird dem Gitter der gasgefüllten Röhre aufgedrückt, die bei — 4 V Gitterspannung zündet und dadurch das Relais oder den Schalter betätigt.

Für oszillographische Aufnahmen braucht man noch eine Zeitverzögerung für das Öffnen des Oszillographenverschlusses. Hierzu legt man mittels des Schalters S, der gewöhnlich geschlossen ist, an die Röhre eine Gitterspannung von — 16 V, so daß die Spannung des Schwingungserzeugers nicht mehr zum Zünden ausreicht. Gleichzeitig mit dem Verschluß des Oszillographen öffnet sich nun auch der Schalter S, und die Gitterspannung wechselt auf — 4 V. Die Gitterspannung steigt aber nur langsam an, da sich erst die Kapazität über den Widerstand entladen muß, so daß erst die 2. Spannungsspitze des Schwingungserzeugers zünden kann. Durch die Gitterspannung läßt sich also die Zeitverzögerung einstellen, ohne daß sich der Zündpunkt ändert. Die Zündzeit der gasgefüllten Röhre beträgt nur 10 μs, so daß der hierdurch bedingte Fehler bezogen auf 60 Hz nur einige Zehntel Grad groß ist.

Praktisch geht man so vor, daß man den Phasendreher auf irgendeinen Punkt einstellt, ein Oszillogramm aufnimmt und daraus den Schaltzeitpunkt entnimmt. Durch Verstellen des Phasendrehers kann man dann auf jeden beliebigen Punkt der Wechselstromkurve einstellen. Außer zur Untersuchung von Schaltvorgängen läßt sich die Anordnung auch dazu verwenden, einen Schalter so zu öffnen und zu schließen, daß die Ausgleichvorgänge oder Lichtbogen möglichst klein werden. [J. J. Ruiz, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1405.] *dk.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 61 : 621. 396. 8 **Der Einfluß der Trägersteuerung am Sender auf die Empfangsgüte[1]).** — Bei dem Verfahren der „Trägersteuerung", das vor allem für Rundfunksender großer Leistung in Betracht kommt, wird die Amplitude des ausgestrahlten Trägers der jeweiligen mit der Lautstärke schwankenden Amplitude der zu übertragenden niederfrequenten Schwingungen zum Zweck der Stromkostenersparnis angepaßt. Solange der Empfänger mit „linearer" Gleichrichtung und ohne Schwundausgleich arbeitet, unterscheidet sich der Empfang nicht von dem eines Senders nach dem normalen Verfahren mit gleichbleibender Amplitude des Trägers. Unter gewissen Umständen kann jedoch die Güte des Empfangs herabgesetzt werden. Einmal werden, wenn der Empfänger keine lineare Gleichrichtung aufweist, die auch sonst vorhandenen nichtlinearen Verzerrungen vergrößert. Zum anderen wird bei der Wiedergabe am Empfänger das Lautstärkeverhältnis der leisen und lauten Stellen in den Darbietungen (als „Dynamik" oder „Wucht" bezeichnet) gegenüber dem ursprünglichen vergrößert, wenn die Gleichrichtung des nicht mit Schwundausgleich versehenen Empfängers von der linearen abweicht, bzw. verkleinert, wenn der mit beliebiger Art der Gleichrichtung arbeitende Empfänger mit Schwundausgleich ausgerüstet ist. Eine besondere Rolle spielen die Einschwingvorgänge am Sender. In der Arbeitsweise der Einrichtung zur Steuerung des Trägers liegt es begründet, daß der Träger Amplitudenänderungen der Niederfrequenz nicht augenblicklich, sondern vielmehr mit einer gewissen Zeitverzögerung folgt. So kann es vorkommen, daß der Sender für die Dauer des Einschwingvorganges übersteuert wird, so daß nichtlineare Verzerrungen des Empfanges entstehen. W. Lampe hat hierüber an einer Reihe von Empfängern mit verschiedenem Aufbau eingehende experimentelle Untersuchungen angestellt. Es sei auch auf die in der Arbeit nicht erwähnten Untersuchungen des Reichspostzentralamtes und der C. Lorenz AG. hingewiesen[2]). Maßgebend für die Größe der einzelnen Auswirkungen ist das „Trägerverhältnis", unter dem das Verhältnis des Trägers in den Pausen zum Träger bei voller Aussteuerung verstanden ist. Die Auswirkungen auf den Empfang sind um so stärker, je kleiner das Trägerverhältnis ist. Durch geeignete Einstellung dieses Verhältnisses hat man es in der Hand, allerdings auf Kosten der Stromkostenersparnis, sowohl die Zunahme der nichtlinearen Verzerrungen als auch die Veränderung der Dynamik so klein zu machen, daß sie selbst unter ungünstigsten Verhältnissen am Empfänger nicht wahrgenommen werden. Das gleiche gilt von den Einschwingvorgängen am Sender, wenn die Einschwingzeit genügend klein gemacht wird. [W. Lampe, Lorenz-Ber. H. 1 (1936) S. 3.]
H. Bkm.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 383. 5. 012 **Über den Zusammenhang von Beleuchtung und Stromstärke bei Sperrschicht-Photozellen.** — Bei Photoelementen verschiedenster Bauart ergab sich im Charakter übereinstimmend die Darstellbarkeit der Abhängigkeit des Stroms von der Beleuchtungsstärke und dem äußeren Widerstand in Form gerader Linien, wenn als Koordinaten

$$\frac{1}{\sqrt{E}}\ [\mathrm{lx}^{-1/2}] \quad \text{und} \quad \frac{1}{\sqrt{i}}\ [\mathrm{A}^{-1/2}]$$

aufgetragen werden. Die Geraden gehen durch einen gemeinsamen Drehpunkt, der etwas neben dem Nullpunkt des hier gewählten Koordinatensystems liegt und bezüglich dessen Bedeutung weitere Untersuchungen in Aussicht gestellt werden. Die gefundene Beziehung ist mindestens innerhalb der photometrischen Genauigkeit für ein Intervall von 0,1 bis 3000 lx (wahrscheinlich 10 000 lx) und für äußere Widerstände von 100 bis 640 000 Ω erfüllt. Abweichungen gegenüber anderen, an sich leidlich brauchbaren Formeln werden errechnet und in den zu erwartenden Bereichen auch gefunden. Wenn sich bei weiteren Messungen

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 653.

[2]) H. Brückmann, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 24 (1935) S. 29 u. S. 83; ferner Diss. T. H. Berlin 1934.

eine umfassende Gültigkeit dieses erfahrungsmäßig gefundenen und überraschend gut passenden Zusammenhangs herausstellt, dürften sich wohl auch theoretische Schlüsse über die Natur des Photostroms daraus ziehen lassen. Vorläufig ist wichtig, daß die gefundene Gleichung, die in einer symmetrischen Form und in der praktisch brauchbareren

$$E = \frac{i}{(k_1 - k_2 \sqrt{i})^2}$$

gegeben wird, an Hand weniger, durch Eichung zu bestimmender Konstanten eine genaue Vorausberechnung der Teilung von Beleuchtungsmessern ermöglicht. [E. Elvegard, Physik. Z. 37 (1936) S. 129.] *Swg.*

621. 383. 4. 012 **Gesetzmäßigkeiten und Eigenschaftskennwerte von Widerstandszellen.** — Die Abhängigkeit des Stromes bzw. Widerstandes oder Leitwertes lichtelektrischer Widerstandszellen von der Spannung und Beleuchtungsstärke ist durch empirische Formeln von Barnard und von Fournier d'Albe dargestellt worden. P. Fuchs und H. Kottas weisen nach — was an sich hinlänglich bekannt ist —, daß die Gültigkeit dieser Formeln auf verhältnismäßig enge Bereiche beschränkt ist, und stellen ein neues Gesetz:

$$I_0 = I_{1_0} U_0^{a_0}, \quad I_E = I_{1E} U_E^{a_E}$$

auf, worin I_1 und a Konstanten bedeuten und die Fußzeichen 0 bzw. E sich auf den verdunkelten bzw. belichteten Zustand der Zelle beziehen. Auch dieses Gesetz hat einen beschränkten Gültigkeitsbereich und paßt nicht für alle der von den Verfassern selbst untersuchten Zellen. Abweichungen von der Linearität in doppelt-logarithmischer Darstellung (im Sinne $a > 1$) deuten auf mangelnde Spannungsfestigkeit. Wie vielfach im einschlägigen Schriftum wird auch hier von „Abweichungen vom Ohmschen Gesetz" gesprochen, was mit Hinsicht auf die wohl erwiesenermaßen elektronische Leitung dieser Halbleiter physikalisch unzweckmäßig ist. Gegenüber der Barnardschen Formel, welche die Differenz der Dunkel- und Hell-Leitwerte G in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke E: $G = A\,E^X$ in zwar nicht beliebig weit gültiger, aber geschlossener Form angibt, erscheint hier diese wichtige Abhängigkeit in Form verhältnismäßig verwickelt voneinander abhängender Kennwerte. Wieweit dieselben zu praktisch brauchbaren Rechenunterlagen führen, müssen die weiteren in Aussicht gestellten Mitteilungen ergeben. Die anschließenden Betrachtungen über Trägheit und Modulation enthalten eine Reihe von Oszillogrammen und qualitativen Aussagen, zu deren eingehenderer Beurteilung die Zahlen nicht ausreichen. [O. P. Fuchs u. H. Kottas, Z. techn. Physik 17 (1936) S. 47.] *Swg.*

Hochspannungstechnik.

621. 317. 728 : 537. 521. 6 **Zur Theorie der Zündspannungssenkung einer bestrahlten Funkenstrecke.** — Für die Absenkung der Zündspannung mit der Bestrahlung der Kathode ist theoretisch ein Wurzelgesetz hergeleitet worden, das im Bereich schwacher Bestrahlung und nicht zu großer Schlagweiten die experimentellen Ergebnisse gut wiedergibt. Bei zunehmender Schlagweite und stärkerer Bestrahlung tritt eine Abweichung nach einer schwächeren Abhängigkeit auf, von der in nächster Näherung die Berücksichtigung der Erhöhung der Kathodenfeldstärke bei der Zündung über die Townsend-Zündfeldstärke Rechenschaft gibt. Die angenäherte Rechnung ergibt, daß von der Wurzel eine Gerade von geringer Steigung abzuziehen ist, so daß bei schwacher Bestrahlung die Abweichung von der Wurzel von höherer Ordnung klein wird, während bei stärkerer Bestrahlung (und bei größeren Schlagweiten) die Absenkung beträchtlich unter das Wurzelgesetz herabgesetzt erscheint. [W. Fucks, Z. Physik 98 (1936) S. 666.] *Sb.*

AUS LETZTER ZEIT.

Anordnung Nr. 32[1]) der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. — Auf Grund der obigen Anordnung tritt die Anordnung Nr. 26[2]) der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest (Verwendung von Kautschukmischungen bei der Herstellung von gummiisolierten Leitungen und Kabeln) vom 1. 7. 1935 am 25. 4. d. J. außer Kraft.

Deutsche Lieferungen für das Ausland. — Eine große schwedische Tageszeitung stellt z. Z. eine 96seitige Zeitungsrotationsmaschine auf, welche die größte in Skandinavien sein wird. Den Druckwerks-Einzelantrieb, bestehend aus sechs verlust- und stufenlos regelbaren Drehstrom-Nebenschlußmotoren, zusammen 300 PS, liefern die SSW, ebenso ein Gruppenwahl-Kommandopult mit Leuchtplan. — Auch die Ausfuhr von Rundfunkgeräten hat sich erfreulich belebt. So ist der Auslandsabsatz der Firma Radio H. Mende & Co., Dresden, im 1. Vierteljahr 1936 um 93 % höher gewesen als zum gleichen Zeitpunkt 1935, und zwar sind vorwiegend Geräte der hohen Preisklassen nach Überseeländern verkauft worden. — In Heft 12 der ETZ d. J. berichteten wir auf S. 327 über die Elektrisierung des Nahverkehrs in Kopenhagen. Hierzu sei noch nachgetragen, daß auf einem großen Teil der Strecken Neptun-Spezialfahrdraht (Cu-Cd-Legierung) der Felten & Guilleaume Carlswerk verlegt wird. Diese Fahrleitung hat sich bisher sehr gut bewährt.

30 Jahre Nauen. — Vor 30 Jahren, im April 1906, wurde in der Nähe der Stadt Nauen eine Versuchsanlage zur Durchbildung von Funksendern größerer Leistung errichtet. Der erste Sender arbeitete noch mit Knallfunken, dann folgte das System der tönenden Löschfunken und 1913 begannen Versuche mit Maschinensendern und ruhenden Frequenzwandlern. Heute befinden sich in der Großfunkstelle Nauen zwei Langwellensender mit je 400 kW Hochfrequenzleistung sowie mehrere Kurzwellensender mit Richtantennen.

40jähriges Jubiläum der ersten Unterstraßenbahn. — Am 2. 5. waren es 40 Jahre her, daß die erste Unterstraßenbahn des europäischen Festlandes in Budapest eröffnet wurde. Die von Siemens & Halske erstellte 3,75 km lange Bahn verbindet die Innenstadt im Zuge der Andrassystraße mit dem am Rande der Stadt gelegenen Stadtwäldchen. Sie wird mit 300 V Gleichstrom betrieben. Die Triebwagen erhielten zwei Motoren zu je 28 PS. Anhängewagen werden nicht mitgeführt. Die Abnahme des Stromes von der an der Tunneldecke befestigten doppelpoligen Fahrleitung geschieht durch zwei an beiden Enden des Wagens befestigte zweipolige Stromabnehmer. Die Unterstraßenbahn Budapests war grundlegend für die Lösung einer großen Reihe technischer Fragen auf dem Gebiet des Tiefbaues, der Verkehrstechnik und auch der Elektrotechnik.

25 Jahre Hirschfelde. — Am 13. 4. konnte das staatliche Großkraftwerk Hirschfelde auf einen 25jährigen Betrieb zurückblicken. Das Kraftwerk hat gerade in diesen Tagen eine Höchstgrenze seiner Tagesleistung erreichen können mit über 2,5 Mill kWh; das ist das Zehnfache der normalen Tagesleistung im Jahre 1932.

Auszeichnungen. — Von der T. H. Berlin wurde den Diplom-Ingenieuren Ludwig Karn und Hans Neumann als Anerkennung für die mit vorzüglichem Erfolg bestandene Diplom-Hauptprüfung das Werner-von-Siemens-Bild der Siemens-Ring-Stiftung verliehen.

Eingraben von Seekabeln. — Die Western Union Telegraph Company hat kürzlich mit dem Kabeldampfer „Lord Kelvin" Versuche gemacht, Kabel mit Hilfe eines besonderen Pfluges in den Meerboden einzugraben. Man glaubt, die Kabel bei einer Eingrabtiefe von 45 cm vor Beschädigungen durch Anker und Netzgeräte zu bewahren. Ein 37 km langes Kabel wurde in der Nähe Irlands auf diese Weise verlegt. Über die Zweckmäßigkeit und den Wert dieser Verlegungsart wird sich allerdings erst nach längeren Erfahrungen Abschließendes sagen lassen.

[1]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 93 vom 22. 4. 1936.
[2]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 153 vom 4. 7. 1935. ETZ 56 (1935) S. 845.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Das Licht als Werkzeug.

Von R. G. Weigel VDE, Karlsruhe, Reichsvorsitzender der DLTG.

621. 32. 003

Übersicht. Es wird gezeigt*), in welchem Maße das „Licht als Werkzeug" den Ertrag jeder wertschaffenden Arbeit nach Güte und Menge zu beeinflussen vermag, und in welcher Weise Licht und Beleuchtung bei der Arbeit dem schaffenden Menschen zu helfen vermögen. Diese Zusammenhänge können heute im einzelnen auch zahlenmäßig erfaßt werden. Daraus können dann die Richtlinien für die Schaffung richtiger Arbeitsbeleuchtung entwickelt werden.

Zu fast jeder wertschaffenden Arbeit braucht der Mensch das Auge und also das Licht.

Man kann somit in sinngemäßer Übertragung sagen, daß das Licht geradezu ein Werkzeug[1]) sei, dessen der Schaffende bei seiner Arbeit so nötig wie irgendeines anderen Werkzeuges bedarf, und von dessen Tauglichkeit der Erfolg der Arbeit nach Güte und Menge wesentlich bestimmt ist.

Schlechtes Werkzeug erschwert die Arbeit, mindert den Erfolg, verdirbt die Arbeitsfreude; schlechtes Licht tut das gleiche.

Wenn man es recht bedenkt, dann erscheinen Licht und Beleuchtung bei der Arbeit vielleicht als das wichtigste Werkzeug überhaupt. Trotzdem aber werden sie häufig nur recht nebensächlich behandelt. Und das erklärt sich aus der Eigentümlichkeit des Auges: Es übt seine Tätigkeit stets getreu aus, ohne uns unmittelbar etwa eine Mißhandlung fühlbar werden zu lassen. Das Auge unterscheidet sich hier in bemerkenswerter Weise von anderen Sinnesorganen, z. B. vom Wärmesinn, der sogleich starkes Unbehagen entstehen läßt, wenn etwa ein Arbeitsraum ungenügend geheizt oder überheizt ist. Das Auge aber vermag sich den verschiedensten Beleuchtungsverhältnissen in solchem Maße anzupassen, daß wir subjektiv es gar nicht merken, wenn aber doch objektiv die Sehleistung, also die Arbeitsleistung, schon deutlich zurückgeht.

Wie lange hat man beispielsweise im Bergbau die dürftige Benzinlampe verwendet (in England tut man es m. W. heute noch), bis man schließlich einwandfrei feststellen konnte, daß mit Einführung der elektrischen Beleuchtung die Förderung sich verbesserte, die Unfälle zurückgingen und die Gesundheit des Arbeiters gehoben wurde[2]).

Die Deutsche Arbeitsfront — Reichsamt für Schönheit der Arbeit — führte im Herbst 1935 gemeinsam mit der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft und unterstützt durch die Gewerbeaufsichtsämter, sowie durch die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft, die Elektrizitätswerke, die technischen Verbände usw. im ganzen Reiche eine große Aufklärungsaktion: *„Gutes Licht — gute Arbeit"* durch[3]). Im Verlaufe dieser Aktion fanden vielerorts unter der Führung der DAF auch lichttechnische Betriebsbesichtigungen statt, durch die es recht deutlich wurde, wie dringend nötig die Aufklärung und danach die Verbesserung in lichttechnischen Dingen in der Tat ist. Von einer solchen Besichtigung liegt ein Bericht vor, der so bezeichnend ist, daß er verdient, hier wörtlich festgehalten zu werden:

„......die Besichtigungsfahrt zeigte eindeutig, wie notwendig die Verbesserung der Beleuchtung der Betriebe ist. In jedem Betrieb, selbst im modernsten, fanden sich Fehler der Beleuchtungsanlagen gröbster Art. In einem Gießereibetrieb klagten die Arbeiter über zunehmende Augenschäden (fast 50 % der Belegschaft trugen dicke Brillengläser). Die Arbeitsplatzbeleuchtung bestand — bei ganz erschreckender Allgemeinbeleuchtung — aus Öllampen etwa von der Form der altägyptischen Öllampen......"

In diesem Zusammenhang gewinnen auch die Ausführungen des Berliner Landesgewerbearztes, Regierungs- und Gewerbemedizinalrates Dr. H. Gerbis, in seinem Vortrag: „Das Wunder des Auges" vor der DLTG in Berlin[4]) besondere Bedeutung, wenn er darauf abhob, daß die Überanstrengung des Auges auf die Dauer nicht nur zu Augenschädigungen, sondern auch zu allgemeiner nervöser Erschöpfung, Abspannung und Niedergeschlagenheit führe.

Abb. 1. Abhängigkeit der Lesegeschwindigkeit von der Beleuchtungsstärke.

Die wissenschaftliche Lichttechnik, insbesondere die physiologische Lichttechnik, hat nun in systematischer Forschungsarbeit die Zusammenhänge zwischen Licht und Auge, Beleuchten und Sehen, Beleuchtung und Sehleistung aufgeklärt und hat überzeugend nachgewiesen, welche Mehrung des Arbeitserfolges nach Güte und Menge erzielt werden kann durch Verbesserung von Licht und Beleuchtung. Wenn man unter „Verbesserung" zunächst lediglich versteht — was allerdings zu einer guten Beleuchtung noch keineswegs ausreicht! — die bloße Erhöhung der Beleuchtungsstärke, dann finden sich bereits lehrreiche Beispiele aus industriellen Betrieben[5]) über die zahlenmäßig nachgewiesene Arbeitsförderung durch einfache Verstärkung der Arbeitsraumbeleuchtung (Zahlentafel 1), — Beispiele, die sogleich auch die wirtschaftliche Seite der Beleuchtungsfrage in aufschlußreicher Weise erhellen.

Zahlentafel 1. Einfluß der Beleuchtung auf die Produktion.

Fabrikation	Alte Beleuchtg. Lux	Neue Beleuchtg. Lux	Mehrproduktion in Prozent der ursprünglichen Produktion	Mehrkosten in Prozent der Löhne
Kugellager (Kontrollarbeiten)	60	240	12	2,1
Riemenscheiben (Drehen, Bohren usw.)	2,4	58	20	5,5
Stahlteile (Gewindeschneiden usw.)	36	140	10	1,2
Kolbenringe	44	168	25,8	2
Allerlei Bügeleisen	48	162	12,2	2,5

Wie müssen nun aber Licht und Beleuchtung im ganzen beschaffen sein, damit sie ein möglichst gutes, hochwertiges „Werkzeug" abgeben, das unsere Arbeit fördert und erleichtert, den Arbeitserfolg erhöht und die Kraft und Gesundheit des Schaffenden schont?

Um eine gute Beleuchtung zu schaffen, müssen eine Reihe von lichttechnischen Grundbedingungen er-

*) Nach Vorträgen vor dem Gau Saar und Gau Württemberg des VDE.

[1]) Den Begriff „Das Licht als Werkzeug" habe ich erstmals in einem Aufsatz in „Elektrotechn. u. Maschinenb.", Lichttechn. 2 (1925) S. 125 und in einer weiteren Arbeit in „Licht u. Lampe" 15 (1926) S. 303 eingeführt und weiterhin in verschiedenen Veröffentlichungen, sowie in verschiedenen Vorträgen immer wieder behandelt. Er hat sich inzwischen in der Lichttechnik zu einer Art von Standardbegriff entwickelt.

[2]) Vgl. z. B. A. Gaertner u. L. Schneider, Elektr. im Bergb. 4 (1929) S. 221.

[3]) ETZ 56 (1935) H. 43; auch W. Köhler, „Das Licht", 5 (1935) S. 204.

[4]) „Licht u. Lampe" 24 (1935) S. 581.

[5]) z. B. bei W. Ruffer, „Licht u. Lampe" 13 (1924) S. 229.

füllt sein, die in der Hauptsache durch folgende Begriffe gekennzeichnet sind:

1. Beleuchtungsstärke,
2. Gleichmäßigkeit,
3. Schattigkeit,
4. Blendung,
5. Lichtfarbe.

Es genügt also keineswegs, daß die Beleuchtung eine ausreichende Stärke habe; eine der Stärke nach ausreichende Beleuchtung kann doch noch ungenügend sein, wenn sie den anderen Bedingungen nicht gerecht zu werden vermag.

1. Die Beleuchtungsstärke. — Die Leistungsfähigkeit des Auges, die sog. Sehleistung, ist abhängig von der „Helligkeit" (Leuchtdichte), in der die Sehdinge dem Auge erscheinen, und somit also von der Beleuchtungsstärke, die die Dinge empfangen. Das wird in der Abb. 1 an dem einfachen Beispiel der Lesegeschwindigkeit deutlich, die mit wachsender Beleuchtungsstärke auf den Leseproben ansteigt, um erst jenseits etwa 100 Lux ihrem Höchstwert zuzustreben.

Damit ein Bestwert der Sehfähigkeit erzielt werde, muß die Beleuchtungsstärke einen bestimmten Grad erreichen. Die erforderlichen Beleuchtungsstärken sind selbstverständlich für die verschiedenen Sehaufgaben, also je nach Arbeitsart, verschieden (Zahlentafel 2[6]). Bei gröberen Arbeiten (z. B. Gußputzen, Schmieden u. a.) genügen kleinere Werte; feinere Arbeiten (z. B. Formen, Feinmechanik u. a.) erfordern höhere Werte.

Zahlentafel 2. Erforderliche Beleuchtungsstärken.

Arbeitsstätten (einschl. Schulen)

Art der Arbeit	reine Allgemeinbeleuchtung	Arbeitsplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung	
		Bel. der Arbeitsstelle	mittl. Allgemeinbel.
grobe Arbeit . .	40 Lux	50 ··· 100 Lux	20 Lux
mittelfeine Arbeit	80 Lux	100 ··· 300 Lux	30 Lux
feine Arbeit . .	150 Lux	300 ··· 1000 Lux	40 Lux
sehr feine Arbeit	300 Lux	1000 ··· 5000 Lux	50 Lux

Aufenthalts- und Wohnräume

niedrige Ansprüche	40 Lux (Für Arbeitsplatzbeleuchtung
mittlere Ansprüche	80 Lux gelten die oben angegebenen
hohe Ansprüche . .	150 Lux Werte)

Verkehrsanlagen

Art des Verkehrs	Straßen und Plätze	Durchgänge und Treppen, Bahnsteige, Verladestellen	Fabrikhöfe, Wasserverkehrsanlagen, (Kais, Landestellen, Schleusen)	Gleisfelder
schwacher Verkehr	3 Lux	15 Lux	3 Lux	1,5 Lux
mittlerer Verkehr	8 Lux			
starker Verkehr .	15 Lux	30 Lux	15 Lux	5 Lux
stärkster Verkehr in Großstädten .	30 Lux			

Die „Helligkeit" ist aber naturgemäß auch abhängig von der Eigenart des Arbeitsgutes, nämlich von seinem Reflexionsvermögen, und demgemäß muß die Beleuchtungsstärke bei dunklen Stoffen nach Maßgabe des geringeren Reflexionsvermögens höher sein als bei hellen Stoffen, um dem Auge die gleiche Helligkeit erscheinen zu lassen. Samtweberei z. B. erfordert mehrfach höhere Beleuchtungsstärken als etwa Leineweberei.

Abb. 2. Steigerung der Leistung durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke; Beispiel: Briefsortieren.

Die unmittelbare praktische und zugleich wiederum die wirtschaftliche Bedeutung einer Beleuchtungsstärkeverbesserung kommt in den an praktischen Arbeitsspielen gewonnenen Ergebnissen zum Ausdruck, wie sie etwa in den Abb. 2 und 3 festgehalten sind[7]). Abb. 2 zeigt z. B., daß im Postbetrieb beim Briefsortieren die Steigerung der Beleuchtungsstärke von etwa 40 auf etwa 70 Lux eine Steigerung der Sortierleistung von rd. 20 % bringt. Die Abb. 3 gibt ein ähnliches Beispiel aus dem Betrieb einer Handsetzerei, wo eine Erhöhung der Beleuchtungsstärke von etwa 15 auf etwa 300 Lux (Tageslichtwert) eine Erhöhung der Setzleistung um rund 30 % ergeben hat, während gleichzeitig die Setzfehler auf etwa die Hälfte zurückgingen.

Abb. 3. Steigerung und Verbesserung der Leistung durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke; Beispiel: Handsetzerei.

2. Die Gleichmäßigkeit. — Es genügt nicht, daß der engere Arbeitsplatz selbst ausreichend beleuchtet sei. Das orientierend umherblickende Auge darf nicht durch zu krassen Wechsel zwischen Hell und Dunkel gestört und durch häufige „Umadaptierungsarbeit" ermüdet werden. Überdies sind die günstigsten Sehbedingungen für die Arbeit dann gegeben, wenn die Umgebung des Arbeitsplatzes in gleicher oder ähnlicher Helligkeit erscheint wie der Arbeitsplatz selbst. Die beiden Abb. 4 und 5 geben Beispiel und Gegenbeispiel hierfür. Im einen Falle (Abb. 4) bei unzulänglicher Nur-Arbeitsplatzbeleuchtung ein unübersichtlicher Arbeitsraum, der sicherlich nicht der Hebung der Arbeitsfreude und der Förderung der Arbeit

Abb. 4. Ungleichmäßig und unübersichtlich beleuchteter Arbeitsraum. (Nach TWL 26 410).

[6]) Nach den „Leitsätzen" der DLTG, DIN-Blatt 5035.

[7]) H. E. Ives u. L. Sydenstricker, New York, 1926; ferner H. Taylor u. C. Weston, London 1926; auch L. Schneider, „Licht u. Lampe", 16 (1927) S. 803.

dient, und im anderen Falle (Abb. 5) durch richtige Arbeitsplatzbeleuchtung und zusätzliche allgemeine Raumbeleuchtung ein heller, übersichtlicher Werkraum, in dem die Arbeit Freude macht und leicht und erfolgreich von der Hand geht.

Bei künstlicher Beleuchtung muß durch die Zahl und Anordnung der Geleuchte sowie durch die Art der Lichtstromverteilung für die Gleichmäßigkeit gesorgt werden. Vor allem kann auch durch hellen Wand- und Deckenanstrich die Beleuchtungsgleichmäßigkeit erhöht werden. Wo es nur irgend angängig ist, sollte für helle Innenausstattung der Arbeitsräume Sorge getragen werden. Am Abend sollten die schwarzen Fensteröffnungen mit hellen Vorhängen abgedeckt werden. — Die helle Raumausstattung ist zudem nicht nur im Interesse der Gleichmäßigkeit zu fordern. Sie erhöht ja auch den beleuchtungstechnischen Wirkungsgrad des Raumes und somit die Wirtschaftlichkeit der Anlage, so daß beim gleichen aufgewandten Lichtstrom die Beleuchtungsstärke gehoben wird.

Neben der örtlichen Beleuchtungsgleichmäßigkeit muß auch die „zeitliche Gleichmäßigkeit", d. i. die Ruhe der Beleuchtung, gewahrt werden. Unruhige Beleuchtung ist außerordentlich störend und ermüdend und wirkt in hohem Grade arbeitshindernd; überdies kann sie Anlaß zu Täuschungen und damit zu Unfällen geben.

Darum müssen unter allen Umständen zuckende, flackernde, flimmernde (Bahnfrequenz!) oder wackelnde Lichter im normalen Betrieb vermieden werden.

3. Die Schattigkeit. — Eine besonders störende Ungleichmäßigkeit kann durch unrichtige Schattigkeit hervorgerufen werden, wenn etwa zu starke Schlagschatten oder auch zu tiefe Eigenschatten der Körper vorhanden sind.

Ein zu starker Schlagschatten ist vor allem dann von Übel, wenn er das Werkstück oder das Werkzeug verdunkelt (wenn z. B. der Schatten der Hand des Schreibenden die Schreibarbeit stört), oder wenn er auf sonst eine wichtige Stelle fällt (z. B. auf einen Maschinenteil oder eine Treppenstufe).

Die Erkennung der Körperlichkeit wird wesentlich bestimmt durch die Verteilung von Licht und Schatten auf der Körperoberfläche, also durch die Eigenschattigkeit. Ein schattenloser Körper erscheint flach (z. B. eine Säule unterm gleichmäßig bewölkten Himmel); ein zu stark schattiger Körper erscheint unwirklich (z. B. die Landstraße unter dem schräg einfallenden Licht des Kraftwagens).

Die richtige Körperwahrnehmung hat richtiges Schattenverhältnis zur Voraussetzung.

Abb. 5. Gleichmäßig und übersichtlich beleuchteter Arbeitsraum. (Nach TWL 26411).

Die Schattigkeit wird in der Regel günstig beeinflußt durch den sog. großflächigen Anteil der Beleuchtung, wie er durch die zusätzliche Reflexion der ausgedehnten Flächen der Decke und Wände geliefert wird. Der großflächige Beleuchtungsanteil sorgt dafür, daß zu tiefe und einseitige Schatten aufgehellt werden. Auch aus diesem Grunde ist die helle Raumauskleidung erwünscht.

Weiter wird die Schattigkeit wesentlich bestimmt durch die Lichteinfallsrichtung. In zahlreichen Fällen kann man durch geeignete Wahl des Lichteinfalls die Erkennbarkeit der Dinge erheblich verbessern, wie das in Abb. 6 an dem grundsätzlichen Beleuchtungsbeispiel[8]) für die Webfaden-Erkennbarkeit und -Fehlererkennbarkeit deutlich wird.

a b

a bei schattenloser Beleuchtung *b* bei schattiger Beleuchtung

Abb. 6. Webfadenerkennbarkeit.

4. Die Blendung. — Eine nach Stärke, Gleichmäßigkeit und Schattigkeit gute Beleuchtung kann trotzdem noch durchaus schlecht sein, wenn in ihr Blendung besteht. Die Blendung ist der ärgste Feind einer guten Beleuchtung, und gerade bei der Arbeitsbeleuchtung ist sie in hohem Grade störend, beirrend und behindernd und nicht selten Anlaß zu schweren Unfällen.

Abb. 7. Beispiel für Umfeldblendung.

Blendung entsteht, wenn im Gesichtsfeld zu hohe Leuchtdichten erscheinen, und sie bewirkt, wie ihr Name verrät, eine mehr oder weniger starke Herabsetzung der Sehfähigkeit, in starken Fällen ein zeitweiliges Blindsein.

Wenn die Blendung im eigentlichen Beobachtungsfeld selbst ihren Sitz hat, z. B. wenn sich die Sonne oder irgendeine Lichtquelle auf dem glänzenden Werkstück spiegelt („Reflexblendung"), dann spricht man von Infeldblendung.

Liegt der Blendungsort außerhalb des engeren Beobachtungsfeldes sonst irgendwo im Gesamtsehfeld, dann besteht Umfeldblendung. Sie stellt den häufigeren Fall der Blendung dar, und sie ist dabei besonders heimtückisch, weil sie sehr oft vorhanden ist, ohne daß der Laie die Ursache der Störung zu erkennen vermöchte. Ein typisches, aber leider noch recht häufig anzutreffendes Beispiel wird in Abb. 7 gegeben, wo die nackte Glühlampe

[8]) N. Goldstern u. F. Putnoky, „Das Licht" 1 (1930/31) S. 189.

oben in Augenhöhe die Beobachtung unten auf dem Tisch der Sägemaschine durch Umfeldblendung stark beeinträchtigt. Man kann solche Beeinträchtigung messend verfolgen; der Störeinfluß (φ) der Umfeldblendung und also die Sehleistungsminderung zeigt dann einen Verlauf, wie ihn z. B. die in Abb. 8 festgehaltenen Beobachtungsergebnisse[9]) wiedergegeben.

Man kann der Blendung natürlich dadurch vorbeugen, daß man die Lichtquellen möglichst aus dem Gesichtsfeld herausrückt, oder zum Auge hin abschirmt, oder ihre Leuchtdichte herabsetzt. Im übrigen verfügt die moderne Lichttechnik über die Möglichkeiten und Mittel, die Blendung festzustellen, die Blendungsleuchtdichten zahlenmäßig zu begrenzen und zu messen und der Blendungsgefahr durch richtige Konstruktion der Geleuchte von der Wurzel her beizukommen.

Eine Reflexwirkung an glänzendem Werkstoff oder Werkstück kann auch absichtlich herbeigeführt werden: Das Glanzlicht kann ein wertvoller Helfer zur Erkennung gewisser Oberflächeneigenschaften an glatten, spiegelnden Stoffen sein, z. B. bei der Prüfung auf Politurfehler und in ähnlichen Fällen. Dazu verwendet man besondere Beleuchtungsanordnungen, etwa einen bandförmig ausgezogenen streuenden Reflektor, den man in der zu prüfenden glänzenden Oberfläche sich spiegeln läßt[10]).

Abb. 8. Störeinfluß bei Umfeldblendung (σ = Sehwinkelgröße der Blendungsquelle).

5. Lichtfarbe. — Die natürliche Lichtfarbe ist das Weiß, d. i. das komplexe Licht aus dem kontinuierlichen Spektrum der Glühstrahler (z. B. der Sonne oder der irdischen Glühstrahler). Die Unterschiede in der Temperatur und danach in der spektralen Zusammensetzung sind hierbei praktisch zunächst weniger von Bedeutung; wir empfinden auch das Licht unserer modernen Glühlampen im allgemeinen durchaus noch als weiß.

Es gibt aber doch gewisse Fälle, wo die relativ kleinen Lichtfarbenunterschiede sich stark und störend geltend machen können. Da ist zunächst der Fall des Zwielichtes, das etwa in einem gleichzeitig vom Tages- und Glühlampenlicht beleuchteten Raum insbesondere an den Fensterplätzen entsteht und die unangenehmen farbigen Schatten verursacht. Hier ist es notwendig, das künstliche Licht (z. B. mittels Blaufilters) in der Farbe dem Tageslicht völlig anzugleichen. — Ein anderer Fall liegt vor, wenn es gilt, Farben in ihrer Tageslichtwirkung zu erkennen, in Farbwerken, Färbereien, Tapetenfabriken, Malerwerkstätten, beim Arzt und Zahnarzt usw., wo das künstliche Licht ebenfalls dem natürlichen völlig farbgleich gemacht werden muß. — Auch die Unterscheidung der feinen und feinsten Braunnuancen beim Zigarrensortieren gelingt einwandfrei nur bei der Tageslichtfarbe.

Eine besondere Bedeutung kommt dem ausgesprochen farbigen Licht, und zwar insonderheit dem mehr oder minder monochromatischen Licht unserer neuen Gasentladungslampen zu. Wo es etwa auf höchste Sehschärfeleistung ankommt, z. B. bei Erkennung feiner Haarrisse usw., da wird das monochromatische Licht deswegen überlegen sein, weil bei ihm die sonst unvermeidliche chromatische Aberration im Auge, die naturgemäß sehschärfemindernd wirkt, nicht mehr entstehen kann. Die Untersuchung hat denn auch ergeben, daß dem Na-Licht und auch dem Hg-Licht gegenüber dem Glühlicht eine Sehschärfeüberlegenheit zukommt (Abb. 9)[11]).

Abb. 9. Sehschärfe bei verschiedenen Lichtarten.

Es bleibt noch ein Wort zu sagen über die Pflege des Werkzeuges Licht. — Ebenso wie die sorgliche Pflege jedes anderen Werkzeuges oder jeder Werkzeugmaschine usw. zu den Selbstverständlichkeiten eines geordneten Betriebes gehört, genau so sollte die Pflege der Licht- und Beleuchtungsanlage selbstverständlich sein.

Dazu gehört zunächst die regelmäßige Reinigung. Abb. 10[12]) läßt den beleuchtungsverschlechternden Einfluß der Geleuchtverstaubung überzeugend erkennen. — Aber auch die Erneuerung des Wand- und Deckenanstrichs gehört dazu, damit ein hoher Raumwirkungsgrad und eine gleichmäßige Raumbeleuchtung erhalten bleiben. — Weiter gehört hierher der Ersatz und die Erneuerung veralteter Licht- und Beleuchtungseinrichtungen durch neue, technisch fortgeschrittenere.

Abb. 10. Einfluß der Verstaubung auf die Beleuchtungsstärke.

In diesem Zusammenhang ist aber auch eine Mahnung am Platze. Es geht in lichttechnischen Dingen ebensowenig wie in anderen technischen Dingen an, daß jeder Laie vermeint, in allen Angelegenheiten des Lichtes und der Beleuchtung selbst hinreichend Fachmann zu sein. Es denkt z. B. niemand daran, die Planung und Erstellung einer Heizungsanlage dem Gutdünken des Laien zu überlassen; man zieht hier selbstverständlich den Heizungsingenieur heran, weil er der allein fachlich Berufene ist. Ebenso ist der Lichtingenieur in der Planung und Erstellung einer Licht- und Beleuchtungsanlage der fachlich hierfür einzig Berufene.

Schließlich auch noch einmal kurz zurück zur Frage der Wirtschaftlichkeit:

Das Problem der Beleuchtung und ihrer Wirtschaftlichkeit wird häufig von einem sehr einseitigen Standpunkt aus betrachtet. Man glaubt, an lichttechnischen Mitteln und an Lichtenergie möglichste Sparsamkeit im Interesse der „Wirtschaftlichkeit des Betriebes" üben zu müssen.

9) R. G. Weigel, „Licht u. Lampe" 14 (1925) S. 921.
10) W. Kircher u. E. Summerer, „Das Licht" 2 (1932) S. 185.
11) R. G. Weigel, „Das Licht" 5 (1935) S. 211.
12) N. A. Halbertsma, „Fabrikbeleuchtung", Oldenbourg, München-Berlin, S. 176.

Das ist aber grundfalsch und bedeutet, wenn wir es recht verstehen, zweifachen Schaden:

Bei unzulänglicher Beleuchtung sinkt notwendig die Sehleistung und damit der Arbeitserfolg.

Im unzulänglich beleuchteten Arbeitsraum leidet der Arbeiter, leidet die Arbeitsfreudigkeit und damit letztlich wiederum die Arbeit.

Gute Beleuchtung — die die Arbeit verschönt und den Erfolg erhöht — ist darum auch keineswegs unwirtschaftlich, sondern bei richtiger Betrachtung stets wirtschaftlich[13]); man kann geradezu die lichtwirtschaftliche Schlußfolgerung schlagwortartig in den Satz zusammenfassen: „Die gute Beleuchtung macht sich immer wieder bezahlt."

Wenn wir Sinn und Bedeutung des Lichtes als unseres — vielleicht wichtigsten — „Werkzeuges" erst einmal ganz erkannt haben, dann werden wir leicht auch die rechte Einstellung zur Frage von Licht und Beleuchtung bei der Arbeit finden und werden uns jene einfache Erkenntnis zunutze machen, die schon Altmeister Goethe vertreten hat:

„Ein Mann, der recht zu wirken denkt,
muß auf das beste Werkzeug halten."

[13]) Vgl. hierzu z. B. auch W. Kircher u. L. Schneider, „Das Licht" 1 (1930/31) S. 7.

Zusammenfassung.

Die Untersuchungen der wissenschaftlichen Lichttechnik, unterstützt durch die Physiologische Optik, haben in grundsätzlichen wie auch praktischen Beobachtungen mancherlei Art klar erkennen lassen, in welcher Weise die Sehleistung und damit die Arbeitsleistung von den Licht- und Beleuchtungsbedingungen abhängt. Um eine gute Arbeitsbeleuchtung zu erzielen, d. h. eine Beleuchtung, die die Arbeitsleistung fördert und die Arbeitsfreude erhöht, müssen eine ganze Reihe lichttechnischer Grundforderungen erfüllt sein, die an die Beleuchtungsstärke, die Gleichmäßigkeit, die Schattigkeit, die Blendungsfreiheit und die Lichtfarbe einer Beleuchtungsanlage gestellt werden. Nur aus der genauen Kenntnis der gesamten Zusammenhänge ist die Planung einer Arbeitsbeleuchtung möglich, die neuzeitlichen lichttechnischen und lichtwirtschaftlichen Anforderungen zu entsprechen vermag und dabei zugleich auch den Grundsätzen von der „Schönheit der Arbeit" gerecht wird.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1: 336. 119 **Das Problem eines Reichselektrizitätsmonopols innerhalb der deutschen Elektrizitätswirtschaft in historischer Betrachtung und als Problem der Gegenwart.** — Mit der Behandlung der Frage eines deutschen Reichselektrizitätsversorgungs-Monopols greift der Verfasser ein Problem auf, das schon in den Jahren 1908 und 1919 Gegenstand lebhafter Debatten in der öffentlichen Meinung und in Fachkreisen war. Jene Zeit war aber zur Verwirklichung derartiger Pläne noch nicht reif. Die Elektrizitätsversorgung stand damals — technisch gesehen — noch ziemlich im Anfangsstadium. Dazu kam, daß die Regierung des Deutschen Reiches nicht die Macht besaß, die notwendigen verwaltungsrechtlichen Fragen, die die Einrichtung eines Reichselektrizitäts-Monopols aufwerfen würde, zu lösen. Die Kleinstaaterei in Deutschland und die zahlreichen Sonderinteressen standen einer Monopolisierung der Elektrizitätswirtschaft im Wege. Erst die Ablösung des Systems durch den Nationalsozialismus und damit die Wandlung des Verhältnisses von Staat und Wirtschaft haben die Voraussetzung für eine Monopolisierung der Elektrizitätsversorgung geschaffen.

Der Verfasser befaßt sich eingehend mit den Möglichkeiten der Verwirklichung eines derartigen Planes. Er wägt das Für und Wider gegeneinander ab und beleuchtet wichtige Fragenkomplexe, die bei einer Monopolisierung auftauchen, wie z. B. technische, volkswirtschaftliche, politische, verwaltungstechnische, finanzpolitische und tarifpolitische Fragen. Er glaubt, heute die Voraussetzungen zur Schaffung eines Reichselektrizitätsmonopols als gegeben ansehen zu können. Der heutige Stand der Elektrotechnik läßt eine Realisierung dieses Planes als durchaus möglich erscheinen; lediglich wirtschaftliche und finanzpolitische Erwägungen gebieten allzu großzügigen technischen Gedankengängen zur Monopolisierung Einhalt. Diese Bedenken dürfen nicht übersehen werden. Der Verfasser setzt sich mit ihnen eingehend auseinander und vertritt in der Schlußbetrachtung die Ansicht, daß die Errichtung eines Reichselektrizitätsversorgungs-Monopols ein „kostspieliges Experiment" bedeute und nicht ratsam sei, allerdings unter der Voraussetzung, daß die Elektrizitätswerke den Belangen von Staat und Wirtschaft in jeder Hinsicht Rechnung tragen. [P. Jonghaus, Diss. Universität Köln 1935.] *Sb.*

342. 56 : 620. 9. 008 **Die französische Gerichtsbehörde ist nicht bevollmächtigt, eine öffentliche Gas- oder Elektrizitätsverteilung in der Form einer Zwangsverwaltung zu organisieren.** — Ein unlängst von dem obersten Appellationsgericht in Frankreich (Cour. de cassation) veröffentlichtes Urteil, durch welches eine Streitsache zwischen einer Gas- und Elektrizitätsgesellschaft entschieden wurde, ist für die Beziehungen zwischen Verteilern und Abnehmern von Wichtigkeit. In einer südfranzösischen Stadt hatte die Elektrizitätsgesellschaft die Gaslieferungen abgestellt, weil sie sich dazu auf Grund einer Vertragsbestimmung, welche die Abstellung bei Unterschreitung einer Mindestabnahme gestattete, berechtigt fühlte. Auf Ersuchen einer Abnehmergruppe hatte das Geschäftsgericht die Zwangsverwaltung (Sequestrierung) angeordnet, d. h. ein Streitsgutverwalter sollte die weitere Lieferung von Gas bis zum endgültigen Urteil der Streitsache an Stelle der Gesellschaft versichern. Nachdem das Bezirksgericht in Grenoble diese Entscheidung für begründet hielt, indem es ausführte, daß die Lieferungen an die Abnehmer im vorliegenden Fall einen öffentlichen Dienst vorstellen, wandte sich die Gesellschaft an das oberste Appellationsgericht und erhielt von diesem die Verwerfung der Sequestrierung. In den Entscheidungsgründen ist im wesentlichen gesagt, daß eine Gerichtsbehörde nicht zur Organisation eines öffentlichen Dienstes bevollmächtigt ist, daß dies der prinzipiellen Trennung der vollziehenden und der richterlichen Gewalt widerspricht. Zur Versicherung des öffentlichen Dienstes war nur die Gemeinde, welche zu diesem Zwecke eine Sequestrierung vom Gericht anfordern konnte, bevollmächtigt. Ein Vertrag zwischen Verteiler und Gemeinde gehört der administrativen Gerichtsbehörde, ein solcher zwischen Verteiler und Privatabnehmer der Zivilgerichtsbehörde an. Das Geschäftsgericht hatte im vorliegenden Falle keine Macht, die Sequestrierung anzuordnen, weil ein Vertrag zwischen der Stadt und der Elektrizitätsgesellschaft, durch welchen die Stadt an die letztere die Durchführung des öffentlichen Dienstes übertragen hatte, vorhanden war. [H. Pangon, Rev. gén. Électr. 38 (1935) S. 191.] *—ak.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

347. 7 **Vergebung von gewerblichen Schutzrechten an Devisenausländer.** — Nach einem Runderlaß der Reichsstelle für Devisenbewirtschaftung ist für die Übertragung von gewerblichen Schutzrechten aller Art, so auch für die Vergebung von Lizenzrechten, eine Genehmigung nicht erforderlich, weil solche absoluten Rechte nicht als Geldforderungen im Sinne der Devisenvorschriften anzusehen sind. Eine derartige Übertragung ist aber devisenrechtlich unzulässig, wenn sie mit dem Ziel einer unerlaubten Verbringung von Vermögenswerten in das Ausland gegen ein unter dem wahren Wert liegendes Entgelt erfolgt. (Reichsanzeiger 1935, Nr. 248, S. 4.)

Kahle.

AUS INDUSTRIE, HANDEL UND GEWERBE.

Jubiläen. — 30 Jahre Höhensonne. Im Jahre 1904 gelang es der Platinschmelze W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau, erstmalig Bergkristall zu schmelzen und aus dem so gewonnenen Quarzglas eine Quecksilber-Hochdrucklampe herzustellen. Zur Verwertung der neuen Erfindung wurde am 15. 2. 1906 gemeinsam von der Firma Heraeus, Hanau, und der AEG, Berlin, die Quarzlampen-Gesellschaft m.b.H., Hanau, (QLG) gegründet. Gegenstand des Unternehmens waren Herstellung und Vertrieb von Quarzlampen und Verwertung von Erfindungen auf dem Gebiet der Beleuchtungsindustrie.

Auch für zahlreiche technische Zwecke, wie Lackleder-bestrahlung, Wassersterilisation, Lichtpauserei usw. ist die Quarzlampe heute weit verbreitet, ferner als Analysenlampe zur Echtheitsprüfung von Rohmaterialien, Aufdeckung von Fälschungen usw.

— Am 6.4.1936 blickt die Firma Clemens Humann, Metallwarenfabrik und Apparatebau, Stanz- und Ziehwerk, u. a. Autogen- und elektrische Schweißerei und elektrische Heiz- und Kochapparate, Leipzig, auf ein 30jähriges Bestehen zurück. Trotz schwerer Zeiten befindet sich die Firma in aufsteigender Linie. Am 1.3.1936 ist die Firma H. Humann in obiger Fabrik aufgegangen.

Handelsregistereintragung. — Gesellschaft für Fernautomatik, G.m.b.H., Frankfurt a. M. (30000 RM): Erforschung und Entwicklung des Gebietes der Fernautomatik als Zweig der Fernsprechtechnik, Entwicklung und Verwertung von Erfindungen auf diesem sowie verwandtem Gebiet und Beteiligung an anderen Unternehmungen der Elektrotechnik.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Der Konjunkturanstieg der englischen Elektroindustrie. — Neben den aus der Verbesserung der industriellen Produktionsstätten und der fortschreitenden Haushalt-elektrifizierung anfallenden Arbeiten wurde der Konjunkturanstieg der englischen Elektroindustrie während der beiden letzten Jahre durch die starke Zunahme der englischen Stromerzeugung bedingt. Die „authorised undertakings" (öffentliche Versorgung ohne Bahnen), die gegenwärtig zwei Drittel der gesamten englischen Stromerzeugung darstellen, steigerten ihre Erzeugung von 13,55 Mrd kWh im Jahre 1933 auf 17,57 Mrd kWh 1935, also um 30 %. Dieser Zuwachs ist für die im Kraftwerksgeschäft tätigen Unternehmungen der Elektroindustrie um so bedeutungsvoller, als er zwangsläufig eine Vergrößerung der installierten Leistung und der Verteilungsanlagen erfordert. In England, das im allgemeinen im Elektrifizierungsgrad hinter Deutschland zurückgeblieben war, setzte sich die strukturelle Zunahme der Elektrizitätserzeugung auch während der Krisenjahre fort, so daß heute der — gegenüber Deutschland verhältnismäßig niedrige — Stand von 1929 in der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft um 71 % überschritten wird. Einschließlich der Bahnen und der industriellen Eigenanlagen betrug die englische Stromerzeugung im vergangenen Jahr 25,7 Mrd kWh (Deutschland 35 Mrd).

Der von der BEAMA[1]) errechnete Index über den Auftragseingang in elektrischen Maschinen und Anlagen erreichte im Jahresdurchschnitt 1935 107, nachdem er in dem ausgesprochenen Hochkonjunkturjahr 1929 nur 101 betragen hatte (1920 = 100). Gegenüber 1933 bedeutet dies mehr als eine Verdreifachung, ein Steigerungssatz, der bei Ausschaltung der Ausfuhr und alleiniger Betrachtung des Binnenmarktes 400 % beträgt (Zahlentafel 1). Auch der Auftragseingang aus dem Ausland hat in diesem Geschäftszweig gegenüber 1933 eine Verdoppelung erfahren. Bei einem etwaigen Vergleich mit Deutschland muß jedoch berücksichtigt werden, daß es sich hier nur um das Maschinengeschäft handelt sowie ferner, daß die englische Ausfuhr während der Krisenjahre stärker zurückgegangen ist als die deutsche. Mangels anderer statistischer Unterlagen muß zur Kennzeichnung der Geschäftsentwicklung in den Fabrikationszweigen, die elektrisches Anschlußmaterial, Glühlampen, Haushaltgeräte u. dergl. herstellen, auf die vom englischen Arbeitsministerium berechnete Bautätigkeit zurückgegriffen werden. Dabei ergibt sich, daß die im Januar 1936 genehmigten Baupläne dem Werte nach um 9,7 % größer sind als i. V. Setzt man 1932 als erstes Wirtschaftsjahr nach der englischen Pfundentwertung gleich 100, so stieg der Index der Baugenehmigungen von 126,3 im Jahre 1933 auf 157,6 1935 und 164,1 Anfang des laufenden Jahres. Dem Werte nach betragen die Bauvorhaben jetzt 9,06 Mill £, wovon zwei Drittel auf Wohnhäuser entfallen.

Zahlentafel 1. Auftragseingang in elektrischen Maschinen und Anlagen. 1920 = 100.

Jahr	Binnenmarkt	Ausland	Insgesamt
1925	76	122	88
1928	93	103	95
1929	59	227	101
1930	72	176	97
1931	28	72	39
1932	48	28	43
1933	22	66	33
1934	74	112	83
1935	94	134	107

[1]) Erhebungen der BEAMA, World Power 25 (1936) S. 152.

Die Beschäftigung der englischen Elektroindustrie erreichte 1935 den in ihrer Geschichte bisher höchsten Stand. Nach dem jeweils im Juli vorgenommenen Census des Arbeitsministeriums waren in der Elektroindustrie 249 400 Personen beschäftigt (Zahlentafel 2) gegenüber 210 000 1933 und 187 000 im Jahre 1929. Die Konjunkturbevorzugung elektrischer Maschinen und Anlagen zeigt sich auch im Verhältnis der beschäftigten Personen zu den gemäß dem Ausweis der Versicherung verfügbaren Arbeitskräften. Danach sind gegenwärtig in dieser Gruppe nur 5,8 % der verfügbaren Arbeitskräfte arbeitslos, während der Satz bei Kabel, Apparaten und Glühlampen 9,9 % und bei Drähten und Installationsmaterial 13,5 % beträgt.

Zahlentafel 2. Beschäftigte Personen in der englischen Elektroindustrie.

Jahr	elektrische Maschinen, Anlagen	Kabel, Apparate, Lampen	Drähte, Installationsmaterial	Insgesamt
1925	71 430	75 660	11 604	158 694
1928	75 780	81 700	14 192	171 672
1929	81 225	89 840	15 530	186 595
1930	82 760	93 800	16 432	192 992
1931	79 250	92 330	18 570	190 150
1932	78 930	102 940	19 870	201 740
1933	77 530	109 770	22 410	209 710
1934	84 440	123 030	28 056	235 526
1935	87 720	131 800	29 880	249 400

Welt-Elektroausfuhr 1935. — Die Welt-Elektroausfuhr betrug im Jahre 1935 895 Mill RM (Zahlentafel 1). Sie liegt damit etwa 36 Mill RM oder 4 % über dem Wert der Ausfuhr 1934. Es ist Deutschland gelungen, an dieser günstigeren Entwicklung teilzunehmen, wenn auch die 3prozentige Zunahme der deutschen Ausfuhr hinter der Gesamtausfuhrsteigerung noch etwas zurückbleibt, während die V. S. Amerika und Großbritannien, seine beiden größten Konkurrenten, ihre Ausfuhr gegenüber 1934 um 12 bzw. 15 % erhöhen konnten. Zusammen stellten diese drei Länder 1934 65,2 %, 1935 68 % der betrachteten Elektroausfuhr. Dagegen verringerte sich der Anteil an der Gesamtausfuhr bei den in der Größe folgenden drei Goldblockländern Niederlande, Frankreich und Schweiz infolge ihres Ausfuhrrückganges von 18,9 % auf 16,2 %. Die übrigen Länder mit Ausnahme von Österreich und Ungarn haben ihre Ausfuhr gehalten und zum Teil erheblich verbessert (Canada + 32 %, Tschechoslowakei + 11 %).

Zahlentafel 1. Welt-Elektroausfuhr 1934 und 1935.

Länder[1])	1934 Mill RM	1935[2]) Mill RM	Anteil an der Welt-Elektroausfuhr 1934 %	1935 %
Deutschland	226,4	233,2	26,4	26,1
V. S. Amerika	186,0	208,0	21,7	23,2
Großbritannien	146,7	167,9	17,1	18,7
Niederlande	97,2	83,6	11,3	9,3
Frankreich	36,7	34,3	4,3	3,8
Schweiz	28,6	27,6	3,3	3,1
Schweden	26,9	26,9	3,1	3,0
Japan	25,5	26,0	3,0	2,9
Belgien—Luxemburg	20,1	21,4	2,3	2,4
Österreich	15,9	15,7	1,8	1,8
Ungarn	17,1	14,3	2,0	1,6
Canada	8,6	11,4	1,0	1,3
Tschechoslowakei	7,1	7,9	0,8	0,9
Italien, Dänemark[3])	16,1	17,0	1,9	1,9
Insgesamt	858,9	895,2	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1935.
[2]) Zum Teil vorläufige Zahlen.
[3]) Geschätzt.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Fachberichte 1936.

Nachstehend werden die während der 38. Mitgliederversammlung des VDE zu München in den Räumen des Deutschen Museums stattfindenden Fachberichte bekanntgegeben. Änderungen des Zeitplanes, der Einführenden, Vortragenden und der Berichte bleiben vorbehalten. Ein ausführliches Programmheft der Fachberichte mit Inhaltsübersichten erscheint etwa Anfang Juni und wird den Teilnehmern an der Mitgliederversammlung kostenlos zugestellt.

A.

Gruppe A I. Kraftwerke.

(Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Dir. Landesbaurat Dr.-Ing. E. h. Menge, Berlin.

1. Melan „Die Anwendung des Gleitdruckbetriebes"
2. Musil „Der neue Überdruckdampfspeicher, seine Bedeutung als Augenblicksreserve in der Elektrizitätsversorgung"
3. Kurth „Fortschritte im Bau von Dampfturbinen für hohe Drucke und Temperaturen"
4. Kromer „Zusammenarbeit von öffentlichen Elektrizitätswerken und Industriekraftwerken"

Gruppe A II. Bau und Betrieb von Netzen.

(Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Direktor Kolb, Gispersleben.

1. Bolling „Elektrifizierung dünnbesiedelter Gebiete"
2. v. Mangoldt „Technische Umgestaltung kleinerer Werke bei Anschluß an Verbundbetriebe"
3. v. Schaubert „Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes, insbesondere mit Rücksicht auf Gefahrenhäufung (Luftgefahr)"
4. Perlick „Aluminium- oder Stahl-Aluminium-Seile für Mittelspannungsnetze?"

Gruppe A III. Relais und Schutzschaltungen.

(Sonnabend, 4. Juli 1936, vormittags.)

Einführender: Direktor Dr.-Ing. Schmolz, München.

1. Boening „Anforderungen an die Schutzeinrichtungen beim Zusammenschalten von Hochspannungsnetzen"
2. Schmohl „Aus Betriebserfahrungen abgeleitete Verbesserungen am Buchholzschutz"
3. Neugebauer „Zusammenhang zwischen der Auslösekennlinie von Relais und dem Fehlerort"
4. Geise „Einrelaisschaltungen des Impedanzschutzes und Schnellschaltmöglichkeit"

B.

Gruppe B I. Messung.

(Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Dr.-Ing. Schulze, Berlin.

1. Roth „Neue empfindliche Vibrationsgalvanometer nach Dr. Rumpf (PTR)"
2. Keller „Neue Strom- und Spannungswandler-Prüfeinrichtung nach Dr. Hohle und ihre Verwendung als Bürdenmesser bzw. Wechselstromkompensator"
3. Heinzelmann „Elektrolytzähler mit fortlaufender Registrierung"
4. Boekels „Neuzeitliche Geräte für Betriebsüberwachung"

Gruppe B II. Industrielle Anwendungen.

(Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Obering. Dr.-Ing. Oertel, Berlin.

1. Tamele „Elektrische Porzellanbrennöfen"
2. Bauer „Antriebe mit Genauigkeitsschaltung für Werkzeugmaschinen"
3. Jungblut „Elektrische Steuergeräte für die mechanischen Bremsen bei Hebezeugen, Walzwerken und sonstigen Fördereinrichtungen"
4. Bayha „Beispiele der Antriebstechnik in der Nahrungsmittelindustrie"

Gruppe B III. Bahnen.

(Sonnabend, 4. Juli 1936, vormittags.)

Einführender: Reichsbahnoberrat Michel, München.

1. Müller „Neue Stufenschaltung für Wechselstrom-Fahrzeuge"
2. Koeppen „Elektrische und Flüssigkeitsgetriebe für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren"
3. Schneider „Betriebserfahrungen mit dem Pfrombach-Umformer des Bayernwerks"
4. Schneider „Selektivschutz für Einphasen-Wechselstrombahnen"

Vorläufiger Zeitplan der VDE-Fachberichte 1936.

(Änderungen vorbehalten).

Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags

Nr.	Zeit	A I Kraftwerke	B I Messung	C I Maschinen und Transformatoren	D I Steuerung und Regelung	E I Fernmeldetechnik
	14^{45} bis 15^{05}	Menge	Schulze	Bödefeld	Krämer	Küpfmüller
1	15^{05} „ 15^{45}	Melan	Roth	Winkelsträter	Kraft	Mayer
2	15^{50} „ 16^{30}	Musil	Keller	Kneller	Jacobi	Arendt
3	16^{35} „ 17^{15}	Kurth	Heinzelmann	Köchling	Krämer	Keller
4	17^{20} „ 18^{00}	Kromer	Boekels	Kroker	Stöhr	Schüller

Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags

Nr.	Zeit	A II Bau und Betrieb von Netzen	B II Industrielle Anwendungen	C II Stromrichter	D II Schaltgeräte	E II Hochfrequenztechnik
	14^{45} bis 15^{05}	Kolb	Oertel	Kasperowski	Jansen	Zenneck
1	15^{05} „ 15^{45}	Bolling	Tamele	Lebrecht	Mayr	Leithäuser
2	15^{50} „ 16^{30}	v. Mangoldt	Bauer	Kluge	Metzger	Dennhardt
3	16^{35} „ 17^{15}	v. Schaubert	Jungblut	Kafka	Kesselring	Gutzmann
4	17^{20} „ 18^{00}	Perlick	Bayha	Siemens	Haag	Heimann

Sonnabend, 4. Juli 1936, vormittags

Nr.	Zeit	A III Relais und Schutzschaltungen	B III Bahnen	D III Schaltvorgänge	C III Lichttechnik	
	8^{45} bis 9^{05}	Schmolz	Michel	Schwaiger	Born	
1	9^{05} „ 9^{45}	Boening	Müller	Kaufmann	Ewest	
2	9^{50} „ 10^{30}	Schmohl	Koeppen	Frühauf	Kircher	
3	10^{35} „ 11^{15}	Neugebauer	Schneider	Elsner	Lauster	
4	11^{20} „ 12^{00}	Geise	Schneider	Schwenk	Kinsky	

C.

Gruppe C I. Maschinen und Transformatoren.

(Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Prof. Dr. Bödefeld, München.

1. Winkelsträter „Kurzschlußkräfte und Fundamentbelastungen"
2. Kneller „Über die Isolation von Rotorwicklungen bei Generatoren"
3. Köchling „Entsprechen die VDE-Bestimmungen für hochlegierte Eisenbleche dem heutigen Stand des Transformatorenbaus? Auswirkung der Blechqualität auf Störfaktor und Kurvenform"
4. Kroker „Isolationsfragen im elektrischen Maschinenbau"

Gruppe C II. Stromrichter.

(Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Dr.-Ing. Kasperowski, München.

1. Lebrecht „Die Bedeutung der Gleichspannung für den Wirkungsgrad von Gleichrichtern und Umformeranlagen für Elektrolyse"
2. Kluge „Entwicklungsstand und Bewährung von Hochspannungs-Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampffüllung"
3. Kafka „Wechselbeziehung zwischen Gleichrichter und Ladetechnik"
4. Siemens „Neuere Messungen an Glasstromrichtern"

Gruppe C III. Lichttechnik.

(Sonnabend, 4. Juli 1936, vormittags.)

Einführender: Dr. phil. Born, Berlin.

1. Ewest „Die Entwicklung der Quecksilberhochdruckröhren"
2. Kircher „Prüfung von Werkstoffen durch farbiges Licht"
3. Lauster „Technische Anwendungsgebiete der Ultraviolett-Strahlung"
4. Kinsky „Elektrische Einrichtungen auf Flugstrecken und Flugplätzen"

D.

Gruppe D I. Steuerung und Regelung.

(Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Dir. Ch. Krämer, Berlin.

1. Kraft „Spannungs-, Frequenz- und Leistungsregelung in größeren Elektrowirtschaftsgebieten"
2. Jacobi „Kurzzeitsteuerungen mit Stromrichtern"
3. Krämer „Ein neuer selbsttätiger Antrieb für Regeltransformatoren"
4. Stöhr „Lösung von Regelaufgaben unter Verwendung von Stromrichtern"

Gruppe D II. Schaltgeräte.

(Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Direktor Dr.-Ing. Jansen, Regensburg.

1. Mayr „Neue Entwicklungslinien der öllosen Hochspannungsschalter"
2. Metzger „Entwicklung der Niederspannungsschaltgeräte für große Leitungen"
3. Kesselring „Nichtbrennbares Öl oder Wasser als Schaltflüssigkeit"
4. Haag „Ölarme Leistungsschalter und deren Einbau in Schaltanlagen"

Gruppe D III. Schaltvorgänge.

(Sonnabend, 4. Juli 1936, vormittags.)

Einführender: Prof. Dr. Schwaiger, München.

1. Kaufmann „Der Einfluß der Unsymmetrie des Stromes auf den Abschaltvorgang bei Hochleistungsschaltern"
2. Frühauf „Nullpunktsüberspannungen an Transformatoren und ihre Bekämpfung"
3. Elsner „Erzeugung normengerechter Spannungsstöße bei Stoßanlagen für sehr hohe Spannungen"
4. Schwenk „Können die in Netzen auftretenden Eigenfrequenzen in Leistungsprüfanlagen erzielt werden?"

E.

Gruppe E I. Fernmeldetechnik.

(Donnerstag, 2. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Prof. Küpfmüller, Berlin.

1. Mayer „Nachrichtenübertragung auf Breitbandkabeln"
2. Arendt „Neuere Entwicklung der Fernmeldetechnik infolge der Verwendung höherer Frequenzen"
3. Keller „Der Verzerrungsmesser als wichtiges Meßgerät für die Telegraphie"
4. Schüller „Magnetophon"

Gruppe E II. Hochfrequenztechnik.

(Freitag, 3. Juli 1936, nachmittags.)

Einführender: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Zenneck, München.

1. Leithäuser „Über die Zusammenhänge der atmosphärischen Störungen der Hochfrequenztechnik mit den Schichten der Ionosphäre und deren Bedeutung für die Wetterkunde"
2. Dennhardt „Über Untersuchungen zur Feststellung und Minderung der Störfähigkeit von Hochspannungsisolatoren"
3. Gutzmann „Störmodulation an Rundfunksendern"
4. Heimann „Anwendungen der Elektronenoptik in der Fernsehtechnik"

Neue VDE-Sonderdrucke.

Die Verlagsabteilung des VDE hat nunmehr Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten herausgebracht:

VDE 0128 a/1936 „Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte", Änderungen, gültig ab 1. 4. 1936. Preis: 0,10 RM.

VDE 0320/1936 „Leitsätze für die Prüfung von nichtkeramischen gummifreien Isolierpreßstoffen", Erstfassung, gültig ab 1. 4. 1936. Preis: 0,20 RM.

VDE 0370/1936 „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle", Neufassung, gültig ab 1. 1. 1936. Preis 0,30 RM.

VDE 0425/1936 „Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V", Neufassung, gültig ab 1. 4. 1936. Preis 0,10 RM.

Die Sonderdrucke können zu den genannten Preisen von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

VDE

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Auf Grund eines von der VDE-Prüfstelle gegen den Fabrikvertreter für elektrotechnische Artikel, Herrn A. F. in Berlin, gestellten Strafantrages wegen des Vertriebes von widerrechtlich mit dem VDE-Zeichen versehenen Waren, hat das Amtsgericht Berlin am 17. 3. 1936 durch Strafbefehl eine Geldstrafe von 300 RM und für den Fall, daß diese nicht beigetrieben werden kann, eine Gefängnisstrafe von 15 Tagen festgesetzt. Ferner wurden dem Beschuldigten die Kosten des Verfahrens auferlegt.

Der Strafbefehl ist rechtskräftig.

Berlin-Charlottenburg, den 18. 4. 1936.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Installationstechnik.

Fachgruppenleiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. H. Laurick VDE am Dienstag, dem 12. Mai 1936, um 20 h in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Aluminium und seine Verwendung in der Installation und im Ortsnetzbau".

Inhaltsangabe:

Allgemeines über den Werkstoff Aluminium: Herstellung, Eigenschaften, volkswirtschaftliche Gesichtspunkte, Anordnungen der Überwachungsstelle.

Anwendung bei Installationen in Gebäuden: Herstellung von Verbindungen und Anschlüssen bei Leitungen in trockenen und feuchten Räumen, Kabelverbindungen und Abzweigungen.
Anwendung im Ortsnetzbau: Ausziehen und Spannen der Leitungen, Befestigungen der Leitungen an den Isolatoren, Leitungsverbindungen und Abzweigungen.

Die in den Lichtbildern gezeigten Baustoffe sind nach dem Vortrag zur Besichtigung ausgestellt.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Funktechnik und Verstärkertechnik.

Fachgruppenleiter: Professor Dr. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Dr. Jaumann am Donnerstag, dem 14. Mai 1936, um 20 Uhr im Alten Physiksaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über das Thema:

„Der gegenwärtige Stand der Hochfrequenzmeßtechnik".

Inhaltsangabe:

Die Rolle der Meßtechnik bei der Erschließung und Ausgestaltung eines neuen Wissensgebietes.
Allgemeine Gesichtspunkte für die Ausführung von Messungen im Hochfrequenzgebiet.
Überblick über die wichtigsten Meßaufgaben und Meßverfahren.
Die Entwicklung der Hochfrequenztechnik in den letzten Jahren und der gegenwärtige Stand, an einigen kennzeichnenden Beispielen erläutert.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Anmerkung.

Wegen der Ankündigung von Besichtigungen verweisen wir auf unsere Mitteilungen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r., Fernruf: C 4 0011, App. 2631
8. 5. 1936 „Stromrichter für Hochstromanlagen" (Vortragender: Dr.-Ing. Kübler)

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz, Wilhelmshagen, Fahlenbergstraße 27, Fernruf: D 4 0011, App. 205
11. 5. 1936 „Moderne Großtransformatoren" (Vortragender: Ingenieur M. Choleva)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Charlottenburg, Mommsenstraße 6, Fernruf: D 2 0011, App. 136
12. 5. 1936 „Kondensatoren in Starkstromanlagen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Pistor)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstraße 6, Fernruf: F 8 0014, App. 184
13. 5. 1936 „Strom- und Spannungswandler" (Vortragender: Ingenieur B. Blukschik)

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501, App. 86
14. 5. 1936 „Schwundantenne" (Vortragender: Ingenieur Kleinsteuber)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernruf: A 2 0047, App. 1373
15. 5. 1936 „Grundzüge des modernen Schaltanlagenbaus" (Vortragender: Oberingenieur Sihler)

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 13. 5. (Mi): Besichtigung der Radium Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Glühlampenfabrik, Wipperfürth. Anschließend Treffen mit Remscheider Mitgliedern und Gästen im Remscheider Ratskeller.

Gau Halle. 18. 5. (Mo), 20 h 15 m, Phys. Inst. Univ. (Eing. Bergstr.): „Ein Tonfilm entsteht und erklingt" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Dr. von Löhöffel.

Gau Niedersachsen, Hannover. 12. 5. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Gewitterschutz durch SAW-Ableiter" (m. Film). Dr.-Ing. Frühauf VDE.

Gau Nordhessen, Kassel. 8. 5. (Fr), 20 h 15 m, Hess. Landesmuseum: „Betriebserfahrungen mit Kathodenfallableitern". Dr. von Borries VDE.

Gau Nordsachsen, Leipzig. 1. 13.5. (Mi), 20 h, Grassimuseum: „Das Aluminium und seine Verwendung in der Elektrotechnik". Dipl.-Ing. W. von Zwehl VDE. 2. 16. 5. (Sa): Besichtigung des Aluminiumwerkes Bitterfeld. Abfahrt etwa 14 h. Anmeldungen an die Geschäftstelle Leipzig C 1, Yorckstr. 19. (Der genaue Zeitpunkt der Abfahrt wird den Anmeldenden mitgeteilt.)

Gau Ostsachsen, Dresden. 10. 5. (So), 8 h bis 23 h: Besichtigungsfahrt (m. Begrüßung der Stützpunkte des Gaues) nach Großenhain u. Gröditz (Freiluftschaltanlage), Riesa, Meißen (Ausstellung über die Herstellung von Porzellan), Freiberg (Besichtigung der Mineraliensammlung). Geselliges Beisammensein.

Gau Pommern, Stettin. 15. 5. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Die Erdung in Hochspannungsanlagen". Koch.

Gau Südbaden, Freiburg/Br. 8. 5. (Fr), 20 h 15 m, Freiburger Hof: „Der zweckmäßige Kurzschlußschutz für Hochspannungsnetze" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Parschalk VDE.

VERSCHIEDENES.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Einführung in die Fernmeldetechnik. Wirkungsweise und Schaltungen der wichtigsten Fernmeldeanlagen. Mit einem Anhang: Schaltungen größerer Fernsprechanlagen. Von H. Blatzheim. Mit 221 Abb., 4 Tafeln, IV u. 131/XV S. im Format 160 × 240 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1936. Preis geb. 5,40 RM.

In dem ersten Teil des Buches werden die Grundlagen der Elektrotechnik, die Stromquellen und Umformer (im Buch als Stromwandler bezeichnet) behandelt. Dann werden ausführlich elektrische Signalanlagen mit Weckern, Hupen, Schauzeichen und Lampen, elektrische Alarm-, Verriegelungs- und Kontrollanlagen (im Buch zusammenfassend Sicherungsanlagen genannt), Fernmeß-, elektrische Uhren- und Morse- und Klopferanlagen beschrieben. Der dritte Teil bringt unter „Fernsprechanlagen" Bauelemente dieser Anlagen, Korrespondenz-, Linienwähler- und Reihenanlagen, Zentralumschalter, Glühlampenschränke und Wähleranlagen. Im vierten Teil sind bei dem Kapitel Leitungsverlegung auch Sicherungen und ein Leitungsverteiler mit Klemmschrauben (im Buch Hauptverteiler genannt) aufgeführt. Zwei Seiten dieses Abschnitts sind den elektrischen Vorgängen in Leitungen gewidmet. Der Anhang mit der Überschrift Schaltungen größerer Fernsprechanlagen enthält die Schaltung eines Glühlampenschranks für Hausverbindungen, eines Glühlampenschranks für Haus- und Amtsverbindungen, einer Wähleranlage mit 100 Vorwählern und einer Anlage mit 30 Anrufsuchern.

Das Buch befaßt sich, wie aus dieser Inhaltsübersicht hervorgeht, vorwiegend mit den Fernmelde-Hausanlagen. Es wird daher seinem Titel, nach dem man eine allgemeine Einführung in die Fernmeldetechnik erwartet, nicht ganz gerecht. Die neueren Fernmeldegeräte wie Flachrelais,

Viereckwähler, Springschreiber usw., hätten in ihm eine größere Aufnahme finden können. Die Abschnitte Leitungsverlegungen und elektrische Vorgänge in Leitungen dürften bei einer Neuauflage einer Überarbeitung zu unterziehen sein. A. Krietsch.

Funktechnisches Praktikum. Handbuch für Funktechniker, Funkhändler, Funkwarte und Amateure. Von E. Schwandt. Ergänzungsband. Mit 148 Abb., 24 Tafeln u. 240 S. im Format 160 × 235 mm. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936. Preis geb. 9 RM.

Die überaus schnelle Entwicklung der Funktechnik läßt ein Buch wie das vorliegende, dessen Hauptband bereits früher[1]) in dieser Zeitschrift besprochen wurde, rasch veralten. Es war daher ein glücklicher Gedanke, einen Ergänzungsband zu schaffen, der alle Neuerungen bis Ende 1935 behandelt. Er bringt zunächst das neue deutsche Röhrenprogramm, darunter die stiftlosen Röhren, die früher schon einmal aufgetaucht, aber wieder verschwunden waren, die „Allstrom"-Technik, die es ermöglicht, ein und dasselbe Gerät wahlweise am Gleich- oder Wechselstromnetz zu betreiben, die Technik der Reflexschaltungen, die nun schon zum zweitenmal gekommen und gegangen sind, das äußerst wichtige Gebiet der selbsttätigen Regelungen, die Einrichtung und Anwendung der Hoch- und Tonfrequenzgeneratoren für Meßzwecke, den Empfang der „sehr kurzen" Wellen, die Kraftwagengeräte, die Übertragungstechnik und Neuerungen auf dem Gebiet der Störungsbefreiung. Dieser zweite Teil gibt noch mehr als der erste eine Vorstellung davon, welch gründliche Kenntnisse man als Leiter einer Funkwerkstatt heute besitzen muß. Er ist nach Inhalt und Ausstattung ganz vorzüglich, nur sollten Schnitzer wie „indirekt beheiztes Prinzip" und „hochfrequente Maßnahme" nicht darin vorkommen! Karl Mühlbrett VDE.

Die kritischen Drehzahlen wichtiger Rotorformen. Von Dr.-Ing. K. Karas. Mit 40 Textabb., 22 Zahlentafeln u. 154 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Wien 1935. Preis geh. 18 RM.

Verfasser stellte sich die Aufgabe, allgemeine Verfahren zu entwickeln, nach denen möglichst alle Rotorformen des Dampfturbinenbaues, vor allem kegelstumpf- und stufenförmige Rotoren, genau berechnet werden können. Da für Wellen veränderlichen Querschnitts zuviel Rechenarbeit erforderlich ist, wurden nur Wellen konstanten Querschnitts und mit beiderseitig freier Lagerung der Enden untersucht. Außerdem wurde angenommen, daß die Welle gegenüber der Masse der aufgekeilten Scheiben als masselos betrachtet werden kann. Die Verfahren zur Berechnung der kritischen Drehzahlen gerader und ungerader Ordnung sind angegeben für die verschiedensten symmetrischen und unsymmetrischen zylindrischen und kegelstumpfförmigen Rotoren (Ein-, Zwei- und Dreifelderwellen) von Ein- und Zweiflußtrommelturbinen ohne und mit Berücksichtigung der Kreiselwirkung der Läuferscheiben. In mehreren Fällen mußte auf die strenge Lösung wegen der äußerst langwierigen Rechnungen verzichtet werden. Es wird gezeigt, daß man mit den verallgemeinerten Grammelschen Schaulinien für einstufige zylindrische und bei Zuhilfenahme der Dunkerleyschen Gleichung auch für mehrstufige Läuferformen die kritischen Drehzahlen bestimmen kann.

Das mit großer Sorgfalt geschriebene Buch ist vom wissenschaftlichen Standpunkt aus sehr wertvoll und enthält sicher sehr gute Anregungen für Forschungsstellen. Allerdings ist es fraglich, ob das im Vorwort angegebene Ziel, den praktischen Konstrukteur in die Lage zu versetzen, ohne große Studien rasch die kritischen Drehzahlen einer Welle mit Rotor zu berechnen, erreicht wurde. Denn es wird nur ganz wenige Konstrukteure geben, deren mathematisches Können dazu ausreicht, das Buch mit Erfolg durchzuarbeiten und nach den angegebenen Verfahren zu rechnen. Außerdem fehlt wohl im allgemeinen den praktisch tätigen Konstrukteuren die Zeit, derartig schwierige Berechnungen durchzuführen, wenn man schließlich zu einem Ergebnis kommt, dessen Genauigkeit durch manche notwendige Näherungen und vereinfachende Annahmen beeinträchtigt wird. Th. Dusold.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 575.

Eingänge.

Bücher.

[Besprechung vorbehalten.]

Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. Dezember 1935. Erläutert von Dr. H. Darge, Dr. E. Melchinger und Dr. F. Rumpf. Mit 308 S. im Format A 5. Verlag Otto Elsner, Berlin 1936. Preis geb. 9 RM.

Der Elektro-Kraftbetrieb in der Zellstoff- und Papierindustrie. Von Dipl.-Ing. W. Kuhl. Mit 108 Abb., VIII u. 111 S. im Format A 5. Verlag Güntter-Staib, Biberach/Riß 1936. Preis geb. 5 RM.

Transportable Rundfunk-Empfänger für Reise und Heim. Von A. Ehrismann. (Deutsche Radio-Bücherei, Bd. 70.) Ausführl. Bauanleitungen mit 12 Abb. u. 3 Bauplänen u. 20 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof. Preis geh. 1,50 RM.

Die Photozelle in der Technik. Von Dr. H. Geffcken u. Dr. H. Richter. 2. Aufl. Mit 71 Abb., 3 Tafeln u. 88 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1936. Preis geh. 2 RM.

Die Korrosion des Eisens und seiner Legierungen. Unter Mitarb. zahlr. Fachgenossen herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. E. h. O. Bauer, Prof. Dr. phil. O. Kröhnke u. Prof. Dr. G. Masing. Die Korrosion metallischer Werkstoffe, Band 1. Mit 219 Abb., XXIII u. 560 S. im Format B 5. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1936. Preis geh. 37,50, geb. 39 RM.

Elektrische Messungen. Von Obering. W. Skirl. Siemens-Handbuch Bd. 6. 2. neubearb. Aufl. Mit 711 Abb., 15 Tafeln, XXXX u. 802 S. im Format A 5. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1936. Preis geb. 15 RM.

DIN-Normblatt-Verzeichnis 1936. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7. Mit 347 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1936. Preis kart. 3,75 RM.

[Das soeben erschienene DIN-Normblatt-Verzeichnis 1936 bringt gegenüber den bisherigen Auflagen Verbesserungen und ist vor allen Dingen durch ein Stichwortverzeichnis und durch Hinzufügen der Seitenziffern zu den einzelnen DK-Gruppen in der Handhabung weiter vereinfacht worden.

Da die DIN-Normblätter für alle Fachkreise außerordentlich wichtig sind, kann ihre Anschaffung nur empfohlen werden. Für den Elektrotechniker sind vor allen Dingen die Seiten 74 bis 92 wichtig, auf denen sich eine vollkommene Zusammenstellung der VDE-Normblätter findet.]

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft E. V. (DLTG), Berlin. a) 14. 5. (Do), 17 h 30 m, T. H.: „Richtiges Licht am Fahrzeug". 1. „Über die neue Polizeianweisung zur Prüfung von Beleuchtungsvorrichtungen der Kraftfahrzeuge und Fahrräder". W. Heller. 2. „Vergleichende Betrachtung der ausländischen Vorschriften". O. Höpcke (m. Lichtb. u. Vorführ.). b) 16. 5. (Sa): Besichtigung des Olympischen Dorfes. Abfahrt Friedrichstraße, Ecke Unter den Linden, 14 h 30 m mit Omnibus. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle unter E 8 5266.

Haus der Technik e. V., Essen. Das Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1936 enthält 16 Vorträge, beginnend am 5. 5. d. J. Die Gebühren für technische Vorträge betragen 1,50 RM; die Semesterkarte für sämtliche technischen und allgemeinen Vorträge jedoch ohne die politisch-weltanschaulichen kostet 5 RM. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Haus der Technik, Essen, Postfach 254.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 1. Mai 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 14. Mai 1936 | Heft 20

Zur Neugestaltung des Deutschen Opernhauses.

Bühnentechnik und Bühnenbetrieb.

Von Dipl.-Ing. K. Hemmerling, techn. Direktor des Deutschen Opernhauses, Berlin.

Abb. 1. Blick von der Bühne in den Zuschauerraum; im Vordergrunde das Portal mit Beleuchtungskörpern.

621. 3 : 725. 821

Nach dem Willen des Führers und des Reichsministers Dr. Goebbels ist das Deutsche Opernhaus in Berlin-Charlottenburg durch bauliche Änderungen und bühnentechnische Verbesserungen so umgestaltet worden, daß es als erste Reichsoper hohen künstlerischen und technischen Ansprüchen zu genügen vermag. Den Bauplan für die technischen Anlagen hatte der Verfasser mit seinen Mitarbeitern schon vor mehreren Jahren aufgestellt, ohne zunächst seine Verwirklichung für möglich zu halten. Nur dank diesen Vorarbeiten konnten dann, als der Umbau der technischen Anlagen beschlossen war, in der zur Verfügung stehenden kurzen Zeitspanne die zahlreichen Aufträge rechtzeitig vergeben werden. Die für den Umbau der bühnentechnischen Anlagen verantwortliche Bauleitung war der Reichsbaudirektion Berlin, insbesondere Herrn Regierungs- und Baurat Dahms, übertragen worden, dem der Verfasser zu besonderem Dank verpflichtet ist. Die örtliche Bauleitung hatte der Verfasser; bei dieser verantwortungsvollen Arbeit wie auch schon bei der Planung unterstützte ihn Herr Beleuchtungsoberinspektor Ueberall in bester Form. Durch vorbildliche Zusammenarbeit ist es gelungen, den Umbau der Bühnenanlagen so durchzuführen, daß das Deutsche Opernhaus heute die besten Grundlagen für die Bühnenraumgestaltung besitzt.

Es gibt wohl kaum einen Betrieb, der an die technischen Anlagen und ihr Bedienungspersonal so verschie-

denartige Anforderungen stellt wie gerade der Bühnenbetrieb. Die ständige Steigerung der Anforderungen hat die Bühnentechnik in den letzten Jahren zu einer Wissenschaft entwickelt, die sich der Einzelheiten ganz verschiedenartiger Teile der allgemeinen Technik bedient, um sie für ihre Sonderzwecke in oft gegensätzlicher Form zu verwenden. Um einen Einblick in den technischen Betrieb eines Theaters zu geben, erscheint es vorteilhaft, die Entstehung und den Ablauf einer Vorstellung in großen Zügen zu beschreiben.

Wenn eine Oper neu inszeniert werden soll, erhält der technische Direktor von dem mit der Ausstattung betrauten Bühnenbildner Dekorationsskizzen, die dieser nach Rücksprache mit dem Regisseur des Werkes entworfen hat. Nach diesen Skizzen werden Modelle im Maßstabe 1 : 25 oder 1 : 50 angefertigt, welche die technischen Ausführungen klären und dem Bühnenbildner die Möglichkeit geben, die Einzelheiten künstlerisch durchzuarbeiten. Auch der Regisseur prüft an Hand des Modells nochmals die Auftrittsmöglichkeiten der Künstler und ihre Bewegungen innerhalb des Bühnenbildes. Nach Berücksichtigung möglichst aller Wünsche des Regisseurs und des Bühnenbildners werden die Werkstattzeichnungen für Tischlerei, Schlosserei, Malersaal, Beleuchterwerkstätten, Tapezier- und Requisitenwerkstätten angefertigt und den einzelnen Abteilungsmeistern zur Ausführung übergeben.

Während nun in sämtlichen Proberäumen sowie auf der Probe- und Hauptbühne die musikalischen und szenischen Einstudierungen für Solisten, Choristen, Musiker, Tänzer, Tänzerinnen und Statisten unter Leitung des Regisseurs bzw. des musikalischen Leiters vor sich gehen, wird in den Werkstätten an der Herstellung der Dekorationen, Kostüme, Requisiten, Beleuchtungskörper usw. gearbeitet. Zwischendurch finden immer wieder Besprechungen zwischen Regisseur, Bühnenbildner, technischem Leiter, Beleuchtungsinspektor und Werkstättenleiter statt, die der Überprüfung des Fortschreitens der Proben, der Dekorationen und der geplanten Ausleuchtung der Bühnenbilder dienen. An einem vorausbestimmten Tage, nur wenige Tage vor dem Aufführungstermin, werden die fertigen Dekorationen aus den einzelnen Werkstätten auf die Hauptbühne gebracht und dort unter Leitung der Bühnenmeister von den Bühnenmaschinisten aufgestellt. Regisseur, Bühnenbildner und technischer Direktor treffen noch Verbesserungen, welche von den Handwerkern nach Möglichkeit sofort durchgeführt werden. Sind diese Verbesserungsarbeiten beendet, beginnt die bühnenmäßige Ausleuchtung des Bühnenraumes. An dem im Zuschauerraum aufgestellten Regietisch sitzen der Regisseur, der Bühnenbildner, der technische Leiter und der Beleuchtungsinspektor. Eine Lautsprecher-Kommandoanlage vermittelt jetzt die Aufträge nach dem Beleuchtungszentralstand, zu den einzelnen Beleuchtern auf den Beleuchtungsbrücken, Galerien, Seitenbühnen usw. Jedes Beleuchtungsgerät ist steuerbar nach Richtung, Helligkeit und Farbe. Die vom Regisseur und Bühnenbildner gewünschten Lichtwirkungen werden von den technischen Vorständen verwirklicht, so daß die Wirkung eines Bühnenbildes letzten Endes stark von dem künstlerischen Einfühlungsvermögen des leitenden Technikers abhängig ist. Sind die gewünschten einzelnen Lichtstimmungen erreicht, so werden die Lichtgrade, Farbwerte usw. der für die Ausleuchtung des Bildes verwendeten Geräte im Beleuchtungszentralstand genau aufgeschrieben. Die Beleuchter auf den Galerien, Brücken usw. kennzeichnen sich die Stellung sowie die Lichtfarben der verschiedenen Geräte ebenfalls, so daß eine durchaus gleichmäßige Ausleuchtung des Bühnenbildes an den verschiedenen Vorstellungstagen gewährleistet ist. In den folgenden Haupt- und Generalproben wird die Ausleuchtung noch oft geändert, da nunmehr die darstellenden Personen das Bild beleben und durch ihre vielfach sehr farbfreudigen Kostüme die in der Dekorationsprobe festgelegten Lichtstimmungen wesentlich verändern.

Auch für das Maschinistenpersonal, das den Auf-, Um- und Abbau der Dekorationen ausführt, sind die Dekorations-, Haupt- und Generalproben von besonderem Wert, da auch ihm nur diese wenigen Tage zur Verfügung stehen, sich mit der Stellung der einzelnen Dekorationsteile vertraut zu machen. Wenn der Gong den Beginn der Erstaufführung anzeigt, muß jeder technische Angestellte und Arbeiter jeden Handgriff, der ihm zukommt, wissen und verantwortungsbewußt ausführen.

Abb. 2. Querschnitt durch das Bühnenhaus.

Die Zweiteilung des technischen Bühnenpersonals in Maschinisten und Beleuchter ist durch die technische Bühneneinrichtung bedingt; wir müssen hier unterscheiden:

1. Die maschinentechnische Einrichtung. Sie umfaßt alle maschinellen Betriebsteile, wie Horizont, Dekorationszüge, Bühnenwagen, Versenkungen, Hebebühnen, Portaleinrichtung usw., also Teile, welche dazu bestimmt sind, den dekorativen Ausbau der Bühne zu erleichtern bzw. bewegungsmäßig zu unterstützen, zu ergänzen oder zu verwandeln.

2. Die beleuchtungstechnische bzw. elektrische Einrichtung. Die Entwicklung der Beleuchtungstechnik ist in den letzten Jahren so gewaltig gewesen, daß heute die beleuchtungstechnische Einrichtung einer Bühne die weit wichtigere Stellung innerhalb der bühnentechnischen Anlage für die Bühnenraumgestaltung einnimmt. Es ist heute möglich geworden, mit den verschiedenartigsten Lichtwirkungen Raumvorstellungen zu schaffen, ja mit Licht im Bühnenbild gewissermaßen zu malen. Die Dekorationsteile tragen heute teilweise kaum die wirklichen Farben, sondern bilden oft — mit hellerem Anstrich versehen — nur den Reflexionsschirm für farbige Lichtstrahlen, die in der verschiedenartigsten Abstufung den Dekorationskörper nach Farbe und Form gestalten. Die hochentwickelte Lichttechnik ermöglicht es, während einer Handlung im gleichen Szenenbild Farbe und Form von Aufbauteilen durch Änderung der Raumbeleuchtung usw. zu verändern und dadurch den Raum stimmungsmäßig dem Ablauf der Handlung auf der Bühne anzupassen bzw. das Geschehen auf der Bühne dem Zuschauer in erhöhtem Maße verständlich zu machen. Die Entwicklung hochwertiger Projektionsgeräte (Bildwerfer) hat das Maß der Dekorationen verringert und könnte die Vereinfachung des Szenenaufbaues noch weiter treiben, ohne daß damit der Bühnenraum verarmen würde. Die

Raumschöpfung des kommenden Theaters wird sich höchstwahrscheinlich bei der noch möglichen Weiterentwicklung der Bühnenbeleuchtung immer mehr von der Dekoration zu der illusionsmäßigen Lichtraumgestaltung verlagern. Dann wird die Grenze des Bühnenrahmens nicht mehr so stark in die Erscheinung treten, die heute vorhandene Trennung der Bühne vom Zuschauerraum wird überbrückt, und das Theaterpublikum wird die Bühnenwelt des Scheins nicht mehr als fremde Welt empfinden, weil das raumschaffende Licht kein Ersatz, sondern ein unbegrenztes, verbindendes, dem Zuschauer bekanntes Element ist. Die Gestaltung des Bühnenrahmens ist also nicht eine reine architektonische Aufgabe, sondern wird stark von der Bühnentechnik bestimmt. Von dieser Erkenntnis ausgehend hat der Verfasser die für die Erneuerung und Ergänzung der bühnentechnischen Einrichtung des Deutschen Opernhauses zur Verfügung stehenden Mittel in höherem Maße für die beleuchtungs- und elektrotechnische Einrichtung verwendet. Noch werden die zukunftweisenden Neuerungen der Lichttechnik nicht völlig für die Schaffung einer neuen Bühnenraumkunst ausgewertet, da dieser neuen Richtung von seiten der Bühnenbildner aus einer gewissen Unkenntnis der Mittel heraus nicht das volle Verständnis entgegengebracht werden kann. Die deutsche Theatertechnik kann aber nur auf diesem Weg einer neuen Blüte entgegengehen.

Die Ergänzung und Erneuerung der beleuchtungstechnischen Einrichtung des Deutschen Opernhauses umfaßte sachlich folgende Punkte:

1. Schaffung der größten Betriebssicherheit in der elektrischen Leitungsverlegung und Stromzuführung sowie völlige Trennung der Stromzuführung für den Bühnenbetrieb von derjenigen der allgemeinen Theaterbeleuchtung.

2. Zentralisierung der Bedienung der Bühnenbeleuchtungsgeräte. Da ihre Zahl außerordentlich groß ist, und die Größe der Zentral-Bedienungsstellwerke durch die Raumverhältnisse begrenzt war, mußte neben der üblichen mechanischen Steuerung eine elektrische Steuerung der einzelnen Bühnenleitungen mit Steuerschützen vorgenommen werden. Damit wurden Schaltmöglichkeiten geschaffen, die in Zukunft die Verwendungsfähigkeit der Gesamtanlagen in großem Maße erhöhen werden. Um die volle Ausnutzung der Lichtanlagen sicherzustellen, wurde eine umfangreiche Signal- und Kommandoanlage geschaffen.

3. Erhöhung der Zahl der Bühnenbeleuchtungsgeräte. Schaffung einer Bildwerferkabine im Zuschauerraum hinter dem vierten Rang gegenüber der Bühne für Großprojektion. Anbringung von 27 neuen Scheinwerfern vor dem Bühnenrahmen, also im Zuschauerraum, und zwar z. T. seitlich und z. T. oberhalb des Orchesterraumes in der Kassettendecke. Die Horizontbeleuchtung wurde vergrößert, überalterte Leuchten durch Neukonstruktionen ersetzt.

4. Herstellung einer großzügigen elektroakustischen Anlage. Durch den Rundfunk sind die Ansprüche des Publikums an akustische Wirkungsmittel außerordentlich gestiegen; sie sind im Theater nur mit hochentwickelten elektroakustischen Bühnenanlagen zu befriedigen. Hier haben wir noch eine große Entwicklung im Theater vor uns. Für Schwerhörige wurden gewisse Zuschauerplätze mit besonderen Telephonen (Kopfhörern) ausgerüstet. Eine Mithöranlage in den Betriebsräumen des Bühnenhauses ermöglicht eine bessere Überwachung der Vorstellung durch die verantwortlichen Vorstände, ohne daß sie immer selbst auf der Bühne anwesend sein müssen. Ebenso sind nach dem Reichskanzlerpalais und dem Propagandaministerium Drahtübertragungen geschaffen worden. Der Rundfunk kann mit ortsfesten Anlagen Vorstellungen aus dem Deutschen Opernhaus ohne weiteres übertragen.

Der Bauplan ist bis auf einige unwesentliche Punkte erfüllt worden. Zu erwähnen wäre noch, daß gerade bei der Erstellung der Bühnenanlagen von den beteiligten Firmen innerhalb der kurzen Bauzeit eine ganz gewaltige Arbeit geleistet werden mußte, wofür der Verfasser auch hier seinen besten Dank aussprechen möchte.

Stromversorgung und -verteilung im Deutschen Opernhaus.

Von W. Kültzau, A. Kolbe und P. Müller, Berlin.

621. 316 : 725. 821

I. Hochspannungsschaltanlage und Niederspannungsverteilung.

Die Hochspannungsanlage und die Niederspannungsverteilung, beide von den SSW geliefert, mußten nach den baupolizeilichen Vorschriften außerhalb des eigentlichen Theatergebäudes untergebracht werden. Hierzu wurden Räume im Erd- und Untergeschoß des neuen Verwaltungs- und Magazingebäudes verwendet. — Für die Größe des Gesamtanschlusses sind nicht nur die Beleuchtungskörper und Maschinen auf der Bühne und im Zuschauerraum maßgebend, sondern auch der Licht- und Kraftbedarf des Verwaltungsgebäudes und der verschiedenen Werkstätten. Die für das Theater notwendige Transformatorenleistung ist unterteilt in einen Transformator von 200 kVA und 3 Transformatoren je 125 kVA. Sie wurden so zusammengeschaltet, daß unnötige Leerlaufverluste vermieden werden können. Zu allen vier Transformatoren gehören auf der Oberspannungsseite mit Druckluft betätigte Expansionsschalter, durch deren Verwendung die Brandgefahr erheblich herabgesetzt wird, weil in einer solchen öllosen Schaltanlage keine Verqualmung eintreten kann. Die Hochspannung wird aus dem Bewag-Netz mit 3 kV entnommen. Abb. 1 zeigt die Schaltstation mit der pneumatischen Verriegelung für jeden Hochleistungsschalter. Diese bedingt eine bestimmte Reihenfolge in der Betätigung der Hochspannungstrenn- und Leistungsschalter in Abhängigkeit von der geöffneten oder geschlossenen Zellentür. Außerdem ist noch eine elektrische Verriegelung zwischen dem Hoch- und Niederspannungsteil jedes Transformators vorgesehen, so daß z. B. der Expansionsschalter nur eingelegt werden kann, wenn die Tür der zugehörigen Transformatorkammer geschlossen ist. Ferner ist Vorsorge getroffen, daß der Niederspannungs-Selbstschalter mitauslöst, wenn der Hochleistungsschalter ausschaltet. Für die pneumatische Verriegelung bei den Expansionsschalterzellen und für die Fernbetätigung der Niederspannungsschalter einiger Stromkreise ist eine Drucklufterzeugungsanlage im Keller untergebracht, deren Einfügung in die gesamte Schaltanlage aus dem Schaltbild 5 a (Ausklapphinter-Plan S. 552) ersichtlich ist.

Die Niederspannungs-Schalttafel wurde in der seit langem bewährten Stahlblechausführung errichtet und mit einer Voutenbeleuchtung versehen, wie dies Abb. 2 zeigt. Außer den notwendigen Überwachungsinstrumenten und Schaltern für abgehende Stromkreise sind auf den Mittelfeldern der Schalttafel die Betätigungsschalter und Steuerventile für die Expansionsschalter vorgesehen. Über Störungen in der Schalt- und Druckluftanlage wird der Wärter durch optische und akustische Meldegeräte unterrichtet. Das Läutewerk kann er sofort abstellen, während die Signallampen so lange auf die Störung aufmerksam machen, bis diese behoben ist. Die Schalttafel selbst besteht aus 22 Stahlblechfeldern, über denen die Aluminiumsammelschienen untergebracht sind. Diese bestehen

aus mehreren parallel geschalteten Schienenpaketen, da eine Betriebsspannung von 3 × 120 V beibehalten werden sollte, um die vorhandenen Stromverbraucher weitestgehend verwenden zu können. Den Aufbau der Schaltfelder veranschaulicht Abb. 3, in der die Abmessungen der Aluminiumschienen im Vergleich zu den in diesem Felde eingebauten mit Druckluft betätigten 1000 A-Selbstschaltern erkenntlich sind. Die Verwendung von

Abb. 1. Hochspannungsanlage mit Ventilkästen für die pneumatische Verriegelung.

120 V als Betriebsspannung bedingte auch eine Parallelschaltung mehrerer Ableitungskabel je Phase in jedem Schalttafelfeld. Hierdurch wurden in dem besonders geschaffenen Kabelboden unter der Schalttafel starke Eisenkonstruktionen für die Aufnahme der vielen Kabel erforderlich.

Abb. 2. Niederspannungs-Hauptverteilungstafel aus Stahlblech.

Für die Beleuchtungseffekte auf der Bühne müssen gewisse Beleuchtungsgruppen, deren Schalter sich im Schalttafelraum befinden, von der Beleuchterloge aus geschaltet werden. Die Schalter dieser Stromkreise werden daher mit Druckluft betätigt und erhalten ihr Kommando elektrisch von Steuerquittungsschaltern in der Beleuchterloge. Durch diese mit einer Meldelampe versehenen Kommandoschalter, deren Griff farbig leuchtet, erfolgt nach jedesmaligem Schalten eine Rückmeldung. Außerdem wird durch Flackern angezeigt, wenn die Stellung des Schalters mit der des Steuerquittungsschalters nicht übereinstimmt. Diese zwangsweise optische Überwachung für den Beleuchter ist wichtig, weil sich hierdurch eine akustische Meldung erübrigt, die auf der Bühne nicht durchführbar ist. Außerdem ist der Beleuchter in der Lage, die ganze Bühnenbeleuchtung durch einen Griff auszuschalten. Diesen stoßartigen bühnentechnischen Schaltvorgängen muß die elektrische Anlage gewachsen sein, so daß es notwendig wurde, die Niederspannungsschalter der Verteilungsanlage mit einer besonderen Auslösung zu versehen. Diese Auslösung und die Meldelampen sind an die im Keller unter der Hauptschalttafel untergebrachte Akkumulatorenbatterie angeschlossen. Die vorhandene Hauptbatterie wurde um einige Zellen vergrößert und ist jetzt für 1620 Ah bemessen. Sie liefert hauptsächlich den Strom für die Effektgeräte auf der Bühne. Die Batterie wird aus den beiden vorhandenen 40 kW-Umformern gespeist; zur Regelung der Ladung und Entladung dient ein motorisch angetriebener 600 A-Doppelzellenschalter (Abb. 4), der durch zwei auf der Schalttafel angeordnete Einstellgeräte betätigt wird. Auf diesem Bilde sind auch die starken Aluminiumquerschnitte für die Leitungen vom Zellenschalter zur Akkumulatorenbatterie zu erkennen.

Abb. 3. Rückansicht von Schalttafelfeldern mit druckluftbetätigten Selbstschaltern, Aluminiumsammelschienen und Kabelableitungen.

Für die Aufladung der Notlichtbatterie, die in einem besonderen Kellerraum untergebracht und für 324 Ah bemessen ist, wird der vorhandene 20 kW-Umformer verwendet. Sämtliche Notlichtlampen werden auf diese Batterie umgeschaltet, sobald der Drehstrom aus irgendeinem Grunde ausbleibt. Bei der Panik- und bei der Notbeleuchtung ist eine selbsttätige Umschaltung vorgesehen, die hin- und zurückschaltet je nachdem, ob Drehstrom vorhanden ist oder nicht. Meldeleuchten zeigen die jeweils speisende Stromart an. Außerdem kann sich der diensttuende Feuerwehrbeamte jederzeit durch Betätigung eines Hilfsschalters vom einwandfreien Arbeiten der selbsttätigen Umschaltung überzeugen.

Zum einwandfreien Betrieb einer Schaltstation gehört auch eine ausreichende Belüftung aller Räume. Dies ist bei den Transformatorenkammern auf natürlichem Wege durch Schächte erreicht, während die Kellerräume, in denen sich die Akkumulatorenbatterien befinden, durch Ventilatoren entlüftet werden.

II. Die Bühnenschalt- und Regelanlage.

Die Größe des Bühnenhauses und die an eine solche Bühne gestellten Ansprüche haben zu einer Unterteilung der Bühnenbeleuchtung in insgesamt 268 Regelstromkreise,

deren angeschlossene Beleuchtungsgeräte in der Helligkeit feinstufig abgestimmt werden können, und über 80 Stromkreise ohne Regeleinrichtung geführt. Hierzu kommen noch die für die Proben und den Umbau von Bühnenbildern notwendigen Arbeitsbeleuchtungen mit etwa 70 Stromkreisen. Die Schaltung der regelbaren Stromkreise ist auf dem Schaltbild 5 b dargestellt.

Zur Lichtregelung werden im Deutschen Opernhaus Siemens-Bühnenregeltransformatoren, System Bordoni, verwendet, die eine praktisch verlustlose Abstufung der Beleuchtung gestatten. Dieser Regeltrafo trägt auf seinem Kern wie ein Spartransformator eine einzige Wicklung, deren Enden an die vorhandene Netzspannung angeschlossen werden. Die Wicklung besteht aus blankem Kupfer mit Isolationszwischenlagen und dient gleichzeitig an den bearbeiteten Flächen als Stromabnehmerbahn. Sie endet oben und unten in starken Kontaktstücken, auf welchen die Regelschlitten in der Hell- bzw. Dunkelstellung ruhen. Jede der 135 Windungen bildet eine Spannungsstufe für die Lichtregelung. Dies ergibt gegenüber den früher in dieser Anlage benutzten Bühnenwiderständen mit 100 Stufen eine bedeutend feinstufigere Lichtregelung. Mit Regelschlitten wird der Strom von der Wicklung abgenommen und über die für die einzelnen Regelstromkreise notwendigen Kontaktschienen zu den Lampen geführt. Um eine vollkommen einwandfreie und nichtzuckende Lichtregelung zu erhalten, hat der Regelschlitten für die Stromabnahme von der Wicklung eine Kontaktbürste aus 5 voneinander isolierten Streifen. Die Streifen sind mit im Regelschlitten eingebauten freiliegenden Widerständen verbunden, die dabei hintereinander geschaltet sind. Gemäß Abb. 6 berührt die Gesamtbürste mehrere Kupferwindungen. Wäre die Bürste des Regelschlittens wie sonst üblich oder mit einem massiven Kontaktklotz ausgeführt, so überbrückte sie die zwischen den Windungen liegende Spannung und es entstände ein vom jeweiligen Netzstrom unabhängiger örtlicher Strom. Dies würde zu einer unzulässigen Erwärmung der Windung bzw. der Bürste usw. und beim Weiterregeln zu Funkenbildungen und damit verbundenen Lichtzuckungen führen. Für den Nutzstrom sind die Bänder parallel geschaltet. Deshalb tritt ein merklicher Spannungsabfall für die angeschlossenen Lampen nicht ein. In der Hellstellung wird auch dieser kleine Energieverlust durch einen Überbrückungskontakt vermieden, der den Strom unmittelbar zur Kontaktstange leitet.

Abb. 4. Motorisch angetriebener Doppelzellenschalter 600 A für die Hauptbatterie mit Verbindungsleitungen aus Aluminium.

Durch Auf- und Abwärtsbewegen des Schlittens an der Transformatorwicklung entlang wird die Bühnenbeleuchtung geregelt. Hierbei entnimmt die Kontaktbürste der Transformatorenwicklung an der jeweiligen Stelle einen bestimmten Teil der Anschlußspannung, wodurch die Helligkeit der Lampen gegeben ist, und entnimmt auch nur den von diesen aufgenommenen Strom. Es wird also praktisch nur die Energie aus dem Netz entnommen, welche die Lampen bei einer ausgewählten Helligkeit verbrauchen. Um eine einwandfreie Regelung mit Bühnenwiderständen bei kleinen Belastungen in Versatz- und Effektstromkreisen zu erreichen, mußten besondere Ballastlampengruppen eingeschaltet werden, was den Betrieb sehr erschwert. Diese sind entbehrlich geworden, da bei Regelung mit Bühnenregeltransformatoren die Güte der Regelung unabhängig von der Belastung ist. Für den Bühnentechniker ist dies gerade einer der Hauptvorteile dieser Regelart.

a Kupferblech der Trafowicklung
b Isolationszwischenlage der Trafowicklung
c Kupferstreifen der Bürste des Regelschlittens
d Isolation zwischen den Streifen der Bürste
e Widerstände im Schlitten
f Kontaktstange
g Anschluß für die Lampen

Abb. 6. Stromabnahme beim Bordoni-Transformator.

Abb. 7. Sechs von den acht Bühnenregeltransformatoren für die Bühnenbeleuchtung, im Hintergrunde rechts das Röhrenregelgerät.

Im Deutschen Opernhaus wurden zusammen neun derartige Bühnenregeltransformatoren mit je 3 × 35 kVA bei 3 × 120 V aufgestellt. Ihre Gesamtanschlußleistung beträgt also 945 kVA. Von den neun Regelgeräten sind drei für die Aufnahme bis zu je 27 Regelschlitten und

sechs bis zu je 54 Regelschlitten eingerichtet, die eine Höchstbelastung jedes einzelnen Regelstromkreises bis zu 5000 W bei 120 V erlauben. Bis zu dieser Belastungsgrenze kann die Höhe der Anschlußleistung des betreffenden Stromkreises verändert werden, wobei die Regelung stets gleich gut erfolgt.

Abb. 7 zeigt die Aufstellung von sechs Bordoni-Regeltransformatoren für 187 Stromkreise. Auf dem Bild erkennt man die Regelschlitten am Trafo. Jeder Regelschlitten ist durch einen Drahtseilzug mit einem Hebel des Bühnenstellwerkes, welches an anderer Stelle beschrieben ist[1]), verbunden. Die Regelschlitten sind für die Vorbühnenbeleuchtung, die Versatzbeleuchtung sowie die Frontenbeleuchtung auf der Bühne bestimmt. Für die 54 Stromkreise der Horizontbeleuchtung sind zwei Bordoni-Transformatoren mit zusammen 54 Regelschlitten in einer feuersicheren Kammer auf der vierten Galerie des Bühnenhauses untergebracht. Dadurch konnten die abgehenden Stromkreise von diesen Regeltransformatoren unmittelbar zu den beweglichen Anschlußkabeln der Horizontbeleuchtung geführt und damit an fest verlegten Leitungen gespart werden. Die Schalttafel für die Absicherung der einzelnen Horizontstromkreise ist in der gleichen Kammer aufgestellt. Die Regelschlitten dieser Trafos werden ebenfalls vom Bühnenstellwerk in der Beleuchterloge betätigt. Um nun nicht 54 Seilzüge zu diesen Regelgeräten zu verlegen, wurden von den Regelschlitten je drei der gleichen Farbe der Horizontbeleuchtung mechanisch gekuppelt; dadurch brauchte man nur noch 18 Seilzüge.

Abb. 8. Bühnenregeltransformator mit motorischem Antrieb der Regelschlitten für die Zuschauerraumbeleuchtung.

Für die Regelung der Zuschauerraumbeleuchtung ist ein besonderer Bühnenregeltransformator mit zusammen 27 Regelschlitten vorhanden. Diese verteilen sich auf fünf Regelgruppen: Krone, Ränge, große Voutenbeleuchtung, kleine Voutenbeleuchtung und Kassettenbeleuchtung. Jede dieser Regelgruppen hat einen motorischen Antrieb (Abb. 8). Mit zwei Druckknöpfen ist es möglich, alle Beleuchtungsgruppen über den Regeltrafo ein- und auszuschalten. Mit einem dritten Druckknopf kann die Beleuchtung unter Benutzung von fünf Voreinstellschaltern in zwei gewählten Zwischenstufen motorisch eingestellt werden. Die Schaltung gestattet es ferner, die mit dem dritten Druckknopf eingestellte abgestufte Beleuchtung der fünf Gruppen durch Drücken auf den Knopf „Hell“ oder „Dunkel“ auf volle Helligkeit oder in die Ausschaltung zu bringen. Es kann also auch die Zuschauerraumbeleuchtung bei besonderen Anlässen, z. B. Konzerten, als Stimmungsbeleuchtung eingestellt werden. — Die Hauptzuleitungen zu den Regelgeräten führen von der Niederspannungsverteilungstafel unmittelbar zu den beiden Traforäumen. Die Einschaltung erfolgt durch Fernsteuerung von der Beleuchterloge aus.

Abb. 9. Voreinstell-Umschalttafel für die Gruppen- und Farbenschaltung. Ein Schalttafelfeld ist aufgeklappt.

Über die Wünsche der Theaterleitung, von den Regelstromkreisen eine bestimmte Anzahl abzuschalten, während einzelne Stromkreise eingeschaltet bleiben sollten, hinausgehend, konnten mit einer Gruppen- und Farbenschaltung alle Stromkreise einzeln oder beliebig zusammen schaltbar gemacht werden. Mit dieser Schaltung ist es bei plötzlichen Beleuchtungseffekten, z. B. bei Verwandlungen, nicht mehr notwendig, die betreffenden Stellwerkhebel am Bühnenstellwerk schnell in die Ein- oder Ausschaltstellung zu bringen. Es genügt die Betätigung nur eines Schalters, um von den 187 Stromkreisen die gerade notwendigen zu schalten. Für diese Schaltung hat jeder Stromkreis ein Steuerschütz erhalten (s. Schaltbild 5 b). Im Steuerstromkreis liegt für jedes Schütz ein Voreinstell-Umschalter mit drei Kontaktstellungen, und zwar:

Kontakt 1: Für Haupt-, Gruppen- und Farbenschaltung
Kontakt 2: Ausschaltstellung
Kontakt 3: Einschaltung ohne Haupt-, Gruppen- und Farbenschaltung.

Abb. 9 zeigt die Schalttafel mit den Voreinstell-Umschaltern. Die Schalter werden nur bei der Vorbereitung des beabsichtigten Schalteffektes bedient. Die Tafeln konnten daher etwas abseits von der Beleuchterloge aufgebaut werden. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit sind die Schalter, die zu einer Beleuchtungsgruppe gehören, mit einer besonderen Einrahmung umgeben. Die Haupt-, Gruppen- und Farbenschalter haben in der Beleuchterloge in handlicher Höhe an der Decke ihren Platz erhalten (vgl. Abb. 4 auf S. 564 dieses Heftes). Sie sind entsprechend den Stellwerkeinteilungen zusammengestellt, so daß ein übersichtliches und leichtes Arbeiten erreicht ist. Die Voreinstell-Umschalter und die Gruppen- und Farbenschalter sind mit Signallampen verbunden. Bei der Wahl der Schalter und der Schütze wurde selbstverständlich darauf geachtet, daß die Schaltgeräusche nicht auf der Bühne und auch in dem unmittelbar danebenliegenden Zuschauerraum zu hören sind. Für die Steuerung der Schütze wird Gleichstrom 120 V verwendet. Abb. 10 gibt einen Blick in den Schützenraum. Die Schütze sind auf Eisengestellen befestigt; unten liegen die Sicherungen für die abgehenden Stromkreise.

[1]) Vgl. S. 553 dieses Heftes.

Neben den 268 Regelstromkreisen, die an den Bühnenregeltransformatoren liegen, wurden noch zwei Stromkreise für je 2000 W mit einer neuartigen Regeleinrichtung, die in Abb. 7 rechts hinten zu sehen ist, mit gittergesteuerten Glühkathoden-Stromrichtern eingebaut. Während man bei der Regelung mit Regeltransformatoren die Helligkeit nur von der Beleuchterloge durch das Bühnenstellwerk, also nur von einer Stelle aus verändern kann, kann bei diesem System die Beleuchtung von mehreren Stellen aus geregelt bzw. nachgeregelt werden. Im Opernhaus wurden zunächst an zwei Stellen hierfür Steuerregler eingebaut, einer in der Beleuchter- und der zweite in der Inspizientenloge. Jeder Stromkreis hat zwei Röhren. Sie sind gegenparallel geschaltet, so daß auch nach dem Stromdurchgang durch die Röhren keine Umformung in Gleichstrom auftritt, sondern die Wechselspannung erhalten bleibt. Es ist also eine reine Wechselstromregelung. Daher wäre es ohne weiteres möglich, hinter den Regelsätzen notfalls wiederum normale Transformatoren einzuschalten und so beliebige andere Spannungen zu erzeugen.

Abb. 10. Blick in den Schützenraum für die Gruppen- und Farbenschaltung der Bühnenbeleuchtung.

Die Steuerspannung der Gitter wird nach einer Schaltung eingestellt, bei der das eigentliche Regelglied einen Spannungsteiler darstellt. Dieser ist an 120 V Gleichstrom angeschlossen und ermöglicht es, beliebige Spannungen von 0 bis 100 % der Netzwechselspannung dem Beleuchtungsregler zu entnehmen. Der Spannungsabfall in den Röhren wird durch einen Vortransformator vor jedem Regelsatz ausgeglichen. In den Beleuchtungsstromkreisen werden somit Lampen für die vorhandene Netzspannung verwendet. Erfahrungsgemäß treten bei derartigen Regeleinrichtungen hochfrequente Oberschwingungen auf, die störende Geräusche, wie Klirren der Lampen u. ä., veranlassen. Diese Schwingungen werden durch eine Spitzenglättungs-Drosselspule beseitigt, ohne daß hierdurch nennenswerte Verluste entstehen.

Außer den Regelstromkreisen sind, wie schon früher erwähnt, noch eine größere Anzahl von Stromkreisen unmittelbar an Wechsel- und Drehstrom sowie an Gleichstrom angeschlossen. Es sind dies die Anschlüsse für die Wettereffektgeräte, wie Windmaschinen, Donnermaschinen, Gebläsemotoren für Flammeneffekte, Wellenapparate, Glühlichtblitze, Bogenlampenscheinwerfer, Bogenlampen-Projektionsapparate usw. Sofern hierfür Regler notwendig sind, sind sie in der Nähe der entsprechenden Geräte aufgestellt. Um für bestimmte Effekte regelbare Gleichstromanschlüsse zu haben, wurden für vier Stromkreise Bühnenwiderstände von der alten Anlage übernommen. Diese Widerstände werden auch vom Bühnenstellwerk aus betätigt. Auch für diesen Teil der Anlage sind größtenteils Steuerschütze eingebaut worden, die von der Beleuchterloge aus mit Voreinstell- und Gruppenschaltern betätigt werden.

Der Schaltung der Arbeitsbeleuchtung wurde eine besondere Bedeutung beigemessen. Sie dient dazu, vor und nach der Vorstellung sowie während des Umbaues zwischen den einzelnen Bildern die Bühne zu erhellen. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß beim Beginn des Spieles aus Unachtsamkeit des Personals stets einige Lampen nicht oder nicht rechtzeitig genug abgeschaltet werden. Hierdurch können recht empfindliche Störungen auftreten. Um dies unmöglich zu machen, können jetzt die einzelnen Stromkreise mit Hilfe von Steuerschützen von der Beleuchterloge vor dem Aufgehen des Vorhanges abgeschaltet werden. Die Steuerschütze wurden auch noch dazu verwendet, bestimmte Lampengruppen nicht nur von der Beleuchter-, sondern auch von der Inspizientenloge aus- und einzuschalten, wobei jedoch die Oberhand der Steuerung stets in der Beleuchterloge liegt. Weiterhin ist noch eine Reihe von Stromkreisen für den Anschluß der Sicherheitslampen bei dunklen Verwandlungen, der Lichtzeichen usw. vorhanden.

Für die Unterbringung der beschriebenen Geräte stand ein Raum auf der linken Seite der Bühne — vom Zuschauerraum aus gesehen — zwischen der Bühne und dem Zuschauerraum zur Verfügung. Die Anzahl der unterzubringenden Geräte — allein schon nahezu 350 Steuerschütze — machte es erforderlich, mehrere Stockwerke zu verwenden. Dabei wurden die Geräte, die öfter bedient werden müssen, möglichst in der Nähe der Beleuchterloge untergebracht.

Dies waren zunächst die Voreinstell-Umschaltertafeln für die Steuerschütze. Sie erhielten ihren Platz im Vorraum dieser Schalträume und wurden so angebracht, daß sie von der Beleuchterloge aus überblickt werden können. Im untersten Stockwerk wurden die fünffeldrige Schalttafel für die Gleichstromanschlüsse und die siebenfeldrige Schalttafel für die unmittelbaren Wechsel- und Drehstromanschlüsse untergebracht. Das Stockwerk darüber enthält die Gerüste mit den Steuerschützen und den Sicherungen der regelbaren Stromkreise. Im obersten Raum wurden 7 der erwähnten Bühnenregeltransformatoren, der motorische Antrieb für die Zuschauerraumbeleuchtung, das Röhrenregelgerät und die 4 Bühnenwiderstände für die Gleichstromregelung aufgestellt.

III. Die Bühnensteckvorrichtungen.

Im Deutschen Opernhaus wurde erstmalig die neue Bühnensteckvorrichtung System Überall eingeführt (Erfinder: Beleuchtungsoberinspektor Überall vom Deutschen Opernhaus). Während bei den seither verwendeten Steckvorrichtungen die Stromkreise durch Ineinanderstecken und Auseinanderziehen der Kupplungsteile geschlossen und geöffnet wurden, wird bei dieser neuartigen Steckvorrichtung das Schließen und Öffnen erst durch ein Drehen des Steckers oder der Dose um 90° erreicht. Hierdurch tritt eine außerordentliche Vereinfachung für das Bedienungspersonal ein: Bei den üblichen Bühnensteckvorrichtungen durften gemäß den Vorschriften VES 1/1930 § 13e Steckvorrichtungen ortsveränderlicher Stromverbraucher, sofern die Nennaufnahme 2500 W und die Stromstärke 25 A überschritten wird, nicht zum In- und Außerbetriebsetzen dienen[2]). Da im Bühnenbetrieb jedoch sehr häufig größere Leistungen mit Steckvorrichtungen angeschlossen werden, mußte vor dem Anschließen oder Trennen stets darauf geachtet werden, daß der Bedienungsmann in der Beleuchterloge den betreffenden Stromkreis stromlos machte. Bei schnell vorzunehmenden Beleuchtungseinstellungen, z. B. bei Verwandlungen, hat sich dies als sehr zeitraubend erwiesen. Gar zu oft wurde diese Vorschrift nicht beachtet und das Bedienungspersonal durch Schaltfunken verletzt.

Dies ist durch die neue Steckvorrichtung beseitigt worden, da nur durch das Drehen des Steckers oder der

[2]) Vgl. a. S. 566 dieses Heftes.

Dose der Stromkreis geschlossen bzw. geöffnet wird. Damit werden zugleich die beiden Teile verriegelt oder freigegeben. Diese Verriegelung besteht aus zwei Ausbuchtungen in dem Stahlmantel des inneren und aus zwei bajonettverschlußähnlichen Führungen im äußeren Teil. Sie ist durch die Vermeidung von Zwischenteilen fast unbegrenzt haltbar und durch die Anwendung glasharter Stahlkugeln zur Sperrung unbedingt gesichert. Der Verschluß besitzt ferner keine hervorstehenden Teile, an welchen etwas hängenbleiben und ihn öffnen könnte. Ein Zerreißen der Verriegelung in der Richtung des Kabels ist ausgeschlossen. Das Öffnen der Kupplung in der Drehrichtung ist nur durch Überwindung der Kugelsperrung möglich. Die neue Steckvorrichtung gewährleistet durch die eigenartige Anordnung der Kontaktteile und die reichliche Bemessung der Schaltwege in Verbindung mit Löschkammern eine sichere Unterbrechung bei der bereits erwähnten Linksdrehung des einen Kupplungsteiles um 90 °. Erst nach dieser Drehung können die nunmehr stromlosen beiden Kupplungshälften auseinandergezogen werden. Die Außenmäntel beider Teile sind aus starken Stahlrohren gefertigt, so daß sie der außerordentlich rauhen Behandlung des Bühnenbetriebes voll gewachsen sind. Sie ragen weit über die Kontaktteile heraus und schützen diese auch gegen zufällige Berührung. Abb. 11 zeigt einige im Bühnenfußboden eingebaute Steckdosen. Die Zahl von 1000 Bühnensteckvorrichtungen bis 60 A und 800 Stück bis 15 A, die das Deutsche Opernhaus erhalten hat, gibt einen Überblick, wieviel Anschlußmöglichkeiten diese Bühne hat.

Abb. 11. Einbau der Bühnensteckvorrichtungen, System Überall, im Bühnenfußboden.

IV. Die Diesel-Notstromanlage.

Das Versagen der elektrischen Beleuchtung in einem Theater führt schnell zu einer Beunruhigung der Zuschauer. Wenn Not- und Panikbeleuchtung auch eine gewisse Raumaufhellung geben, so ist die Fortsetzung des Spieles auf der Bühne doch von einer leistungsfähigen Reservestromquelle abhängig. Solange die Bühnenbeleuchtungsanlage mit Bühnenwiderständen geregelt wurde, konnte ganz unabhängig von der normalen Stromversorgung mit Gleich- oder Wechselstrom eine Akkumulatorenbatterie diese Reserve übernehmen. Nachdem aber für die Regelung der Bühnenbeleuchtung eine nur für Wechselstrom geeignete Regelart auf Grund der vorher geschilderten Vorteile Verwendung findet, muß zu einem Diesel-Notstrom-Maschinensatz als Reservestromquelle gegriffen werden.

Die von den SSW gelieferte Maschinengruppe (Abb. 12) im Deutschen Opernhaus ist für eine Leistung von 170 kVA bei $\cos\varphi = 1$, Nennspannung 130 V Drehstrom, 50 Hz, 750 U/min ausgelegt. Der Antriebsmotor, ein einfach wirkender Viertakt-Achtzylinder-Dieselmotor, 250 PS eff., ist mit dem Stromerzeuger starr gekuppelt. Der vorgesehene Ungleichförmigkeitsgrad von $^1/_{175}$ gewährleistet ruhiges, flimmerfreies Licht. Zur Erleichterung des Anlaufes arbeitet der Motor mit Glühspiralen in der Vorkammer. Der Maschinensatz ist auf einer gemeinsamen verwindungssteifen Grundplatte aufgebaut, die wieder auf einem Eisenbetonklotz über Schwingungsdämpfern steht, damit eine Übertragung von Geräuschen und Maschinenschwingungen sicher ausgeschlossen ist. Daneben ist durch eine entsprechende Isolierung des Auspuffrohres und Entspannung der Auspuffgase in mehreren Kammern dafür gesorgt, daß das Auspuffgeräusch möglichst gedämpft ist.

An Stelle der sonst allgemein üblichen Frischwasserkühlung wurde eine Umlaufkühlung mit Frischwasserzusatz gewählt, um den Motor beim Ausbleiben des Kühlwassers vor Schaden zu bewahren. Im Kühlwasser-Kreislauf liegt ein 1000 l fassender Behälter, von dem das Wasser der am Motor angebauten Kühlwasserpumpe zuläuft und von dieser im Umwälzverfahren durch den Motor zum Behälter zurückgedrückt wird. Ist nach längerer Betriebszeit die Kühlwasser-Grenztemperatur erreicht, so wird durch einen im Kühlwasserbehälter eingebauten Temperaturregler das in der Zuleitung liegende Frischwasserventil geöffnet und so lange Frischwasser zugesetzt, bis die gewünschte Anfangstemperatur wieder erreicht ist. Der Tagesbrennstoffbehälter wird von außen gefüllt. Für die Entlüftung des Dieselraums sorgt ein Lüfter. Kühlwasserbehälter, Brennstoffbehälter, Kompressor mit den Anlaßflaschen und ein Schaltschrank mit den Selbststeuergeräten sind im Dieselraum untergebracht. Der Generator ist über einen Selbstschalter mit gemischt verzögerter Überstromauslösung an die durch einen 3000 A-Kuppelschalter in zwei Hälften geteilte Niederspannungs-Sammelschiene angeschlossen. Auf der einen Schienenhälfte sind die Stromverbraucher angeschlossen, die im Falle einer Störung ausfallen können, auf der anderen liegen die wichtigeren, die unter allen Umständen in Betrieb bleiben müssen. Generator- und Kuppelschalter sind druckluftgesteuert. Beide sind in der gemeinsamen Schalttafel für den gesamten Betrieb der Oper eingebaut.

Abb. 12. Diesel-Notstromsatz 250 PS (eff), 170 kVA, 130 V Drehstrom.

Der Schaltschrank, in dem die Steuergeräte untergebracht sind, ist auf Abb. 12 deutlich sichtbar. Auf seiner Vorderwand ist der oberspannungsseitig über Wandler an das Hauptnetz angeschlossene sog. Spannungswächter eingebaut, ein Spannungsrelais mit einer einstellbaren Zeitverzögerung, das den Anlaufbefehl gibt. Die Zeitverzögerung verhindert den Anlauf bei kurzzeitigem Ausbleiben der Netzspannung, z. B. Spannungswischern. Bei einer ernsthaften Störung schließt der Spannungswächter seinen Kontakt und erregt ein Hilfsrelais, das die Glühspiralen über einige Schütze an die 24 V-Batterie legt und das Druckluftventil öffnet. Der Motor beginnt anzulaufen. Während dieser Zeit werden die Glühspiralen mit hohem

Zu Abb. 5b. Das Schaltbild der regelbaren Bühnenbeleuchtung ist mit Rücksicht auf die sich ergebende Größe i aufgezeichnet.

1	2	Stromkreise	Applausbeleuchtung
2	27	,,	Vorbühnenscheinwerfer
3	8	,,	Fußrampen
4	4	,,	Fußleuchten neben dem Souffleur
5	3	,,	Projektionsapparate Zuschauerraum
6	8	,,	Proszeniums-Scheinwerfer
7	29	,,	Scheinwerfer auf dem Portal
8	24	,,	Versätze
9	24	,,	6 Oberlichter, drei- bzw. zweiteilig elektrisch geschaltet
10	16	,,	Frontenlampen
11	12	,,	untere Horizontwagen
12	12	Stromkreise	Spielflächenscheinwerfer
13	12	,,	Projektionsapparate
14	4	,,	Seitenscheinwerfer
15	2	,,	Wolkenapparate
16	2	,,	Sterne
17	—	,,	Reserve
18	42	,,	für Horizont-Einzelleuchten
19	6	,,	,, ,, -Glühlicht-Scheibenzugleuchten
20	6	,,	für Horizont-Quecksilber-Hochdruck-Dampflampen
21	27	,,	Zuschauerraumbeleuchtung mit motorischem Antrieb der Regelschlitten
22			Drehstrom-B
23			Regelschlitte
24			Voreinstell-U
25			Haupt-, Far
26			Antriebsmot der Zuschau
27			Umschaltsch
28			Steuerwalze
29			Voreinstell-U
30			Röhrenregel
31			Steuerstelle
32			,,

Zu Abb. 5a.

- *a* Bühnenregeltransformator System Bordoni: Vorbühne
- *b* Garderoben
- *c* Bühnenregeltransformatoren System Bordoni: Versatz
- *d* Arbeitslicht für Bühnenzentrale
- *e* Bühnenregeltransformatoren System Bordoni: Frontenlampen
- *f* Druckzentrale
- *g* unmittelbare Auslässe
- *h* Bühnenregeltransformatoren System Bordoni: Horizont
- *i* Bühnenregeltransformatoren System Bordoni: Zuschauerraum
- *k* Probebühne
- *l* Kraft
- *m* Kuppelheben
- *n* Wandelgang
- *o* Verwaltungsgebäude
- *p* Vorderhaus
- *q* Arbeitslicht (u
- *r* Bühne: Gleich
- *s* Gleichrichter
- *t* Werkstätten
- *u* Steuertafel Bü
- *v* Feuermelder-F
- *w* Prinzip der sel
- *x* Notlicht
- *y* Panikbeleucht
- *z* Orchester

ETZ 57 (1936) S. 547 bis 553: W. Kü
„Stromversorgung und -verteilung im De

Strom auf helle Rotglut erhitzt. Nach einigen Sekunden wird der Strom herabgesetzt und schließlich nach den ersten Zündungen ganz abgeschaltet. Zugleich stellt das am Motor angebrachte Kontakttachometer die Druckluft ab. Hat der Maschinensatz seine volle Drehzahl und damit seine Spannung erreicht, so wird dies in der Beleuchterloge durch eine Leuchttafel „Dieselsatz bereit" angezeigt. Von dort wird nunmehr der Kuppelschalter ausgelöst, worauf der Generatorschalter sich selbsttätig einlegt und damit den Notstromsatz, um den Stromstoß zu vermindern, mit zunächst verringerter Spannung auf das Netz schaltet. Nach einigen Sekunden wird durch eine Relaisgruppe und den Kohledruck-Selbstregler auf die Nennspannung hochgeregelt. Damit ist der Anlaufvorgang beendet.

Bei Rückkehr der Spannung im Hauptnetz vollzieht sich der Rückschaltvorgang in umgekehrter Reihenfolge. Nachdem über ein Hilfsrelais der Maschinenschalter geöffnet ist, schließt der Kuppelschalter. In der Beleuchterloge wird der veränderte Schaltzustand durch Leuchtzeichen gemeldet. Der Beleuchter antwortet durch Umlegen des Knebels am Betätigungsschalter für den Kuppelschalter. Inzwischen ist durch einen Abstellmagneten der Brennstoffzufluß zum Motor unterbrochen worden, der nun auslaufen kann. Nachdem der Motor steht, wird der Brennstoffzufluß wieder freigegeben; der Satz ist zum neuen Anlauf bereit. — Erwähnenswert ist noch die selbsttätige Preßluftanlage, deren Ladezustand dauernd durch ein Schaltmanometer überwacht wird. Sinkt der Luftdruck unter einen gewissen Wert, so wird durch ein Schütz der Kompressormotor eingeschaltet und wieder abgestellt, sobald der normale Druck wieder erreicht ist.

Um den Maschinensatz bei Probeläufen von Hand in Betrieb setzen zu können, sind Druckknopfschalter in der Vorderseite des Schaltschrankes eingebaut. Spannungs- und Strommesser in der gemeinsamen Schaltwarte und im Schaltschrank erleichtern die Betriebsüberwachung. Zur Ladungserhaltung der 24 V-Batterie dient ein Trockengleichrichter, der an die normale Netzspannung angeschlossen ist. Die Anlaufzeit des Maschinensatzes ist abhängig von der Raumtemperatur. Messungen an Ort und Stelle zeigten, daß bei kaltem Motor einschl. 3,5 s Vorheizung nur etwa 8 bis 10 s von der Zeit des Wegbleibens der Spannung im öffentlichen Netz bis zur Lastübernahme durch den Dieselsatz vergehen.

Bühnenbeleuchtung und Leitungsinstallation im Deutschen Opernhaus.

Von E. Thormann und W. Wahl, Berlin.

621. 3 + 621. 32 : 725. 821

Das Deutsche Opernhaus in Charlottenburg wurde in den Jahren 1911 und 1912 erbaut. Alle bekannten technischen Hilfsmittel für die Bühne, ganz besonders aber die der Bühnenbeleuchtung, wurden bereits damals angewendet. Die Bühnenbeleuchtungstechnik befand sich indessen in jenen Jahren in einem ausgeprägten Entwicklungszustand, und die Bedeutung des Hauses erforderte es, mit der Entwicklung Schritt zu halten, wenn auch die Kriegsjahre darin eine fühlbare Unterbrechung mit sich brachten. Nach Beendigung des Krieges wurden sofort die Pläne einer Umgestaltung der Bühnenbeleuchtungsanlage wieder aufgenommen; sie konnten aber infolge des Fehlens genügender Geldmittel großzügig nicht verwirklicht werden. So kam es, daß man fast in jedem Jahr die Anlage stückweise vergrößerte und teilweise erneuerte, bis es sich zeigte, daß die Betriebssicherheit durch die Unübersichtlichkeit des Ganzen mehr oder weniger in Frage gestellt wurde. Der Entschluß zu einem durchgreifenden Umbau der Bühnenbeleuchtungsanlage reifte immer mehr, und den letzten Anstoß gab eine am Ende der Spielzeit 1934/35 durchgeführte Regenprobe im Bühnenhaus, die erkennen ließ, daß vor allem auch die elektrische Leitungsanlage erneuerungsbedürftig war.

Abb. 1. Beleuchterstand mit zweiteiligem Stellwerk.

Die hauptsächlichsten Bestandteile einer großen Bühnenbeleuchtungsanlage sind — außer der Stromversorgung — der Bühnenregler, die Horizontbeleuchtung sowie die Installation. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft lieferte die beiden neuen Stellwerke des Bühnenreglers, die Horizontleuchtenbatterie für Glühlicht und Quecksilberlicht und führte ferner die Gesamtinstallation in Stahlpanzerrohr aus.

Das bisher benutzte Stellwerk war mehrmals erweitert worden; mit seiner verhältnismäßig geringen Hebelzahl war es jedoch unzureichend, weil eine Regelung aller Beleuchtungskörper nur durch umständliche Umschaltung der Stromkreise erreicht werden konnte. Das neue **Stellwerk** wurde für insgesamt $4 \times 53 = 212$ Hebel gebaut und der besseren Bedienung halber in zwei Teile zerlegt. Der kleinere Teil des Stellwerks mit 4×11 Hebeln regelt

Abb. 2. Längsschnitt durch das Bühnenhaus. Rechts der „Horizont".

lediglich die Beleuchtungsgeräte der Vorbühne[1]), während mit dem Hauptteil von 4 × 42 Hebeln die übrigen Stromkreise gesteuert werden. Das neue Stellwerk weist auch in bezug auf die Regelfähigkeit der einzelnen Stromkreise besonders weitgehende Möglichkeiten auf. So sind nicht nur wie bisher die einzelnen Hebel für eine Laufrichtung mit jeder Welle kuppelbar, sondern durch Sonderkupplung kann jeder Hebel unabhängig von der Drehrichtung der Hebelwelle für beliebige Laufrichtung geschaltet werden. Diese Kupplungsvorrichtung für unabhängigen Vor- und Rücklauf der einzelnen Hebel wurde vor mehr als zehn Jahren von den verschiedenen Fachkreisen gefordert und hat sich im Laufe der Jahre bei großen Stellwerken, wie im vorliegenden Fall, überall dank der vereinfachten Bedienung eingebürgert. Außer diesen Einzelkupplungen der 212 Hebel sind noch Zentralkupplungen der 2 × 4 Stellwerkswellen eingebaut, die einmal die gleichzeitige Betätigung aller Wellen gestatten und ferner durch ein Haupthandrad die Wellen wiederum bei gleicher Drehrichtung beliebig untereinander umsteuern. Die beiden Hauptantriebe können auch motorisch gedreht werden, um dem Bedienungsmann das zeitraubende Drehen der Haupthandräder bei langsamen Übergängen zu ersparen. Abb. 1 zeigt den neugestalteten Beleuchterstand mit dem zweiteiligen Stellwerk von der Bühne aus; oberhalb der unteren Blechverkleidung sind die beiden Haupthandräder zu sehen; die Schauöffnung des Beleuchterstandes ist durch Glasschiebefenster abgedeckt.

Abb. 3. Die Horizontbeleuchtung im Deutschen Opernhaus[2]).

Der Beschreibung der Horizontbeleuchtung seien einige bühnentechnische Bemerkungen vorangestellt. Aus der Entwicklungsgeschichte der Bühnenbeleuchtung ist der horizontartige Hintergrund allen Theaterbühnen bekannt, den man bis in die letzte Zeit hinein fast ausschließlich in Gestalt eines aufwickelbaren Stoffes in Halbzylinderform darstellte. Beim Bau des Opernhauses in Charlottenburg wollte man dem Zuschauer das natürliche Himmelsgewölbe naturgetreu vortäuschen und wählte an Stelle sonst üblichen Stoffhorizontes eine Rabitzkuppel in Gestalt einer Halbglocke, die in der Bühnenlängsachse bewegt und bis zur Hinterbühne zurückgefahren werden kann, um die Seitenbühnen für den Dekorationsumbau freizugeben. Dieses Kuppelgewölbe (Abb. 2) mit einer Gesamthöhe von 18 m besteht aus einer Eisenkonstruktion mit einer darübergelegenen Rabitzhaut, die dem Zuschauer eine gleichmäßig weiße Fläche zeigt. Das Gewölbe wird, um den Eindruck möglichst vollkommen zu gestalten, mit den natürlichen Farben des Himmels ausgeleuchtet. Um allen Ansprüchen in bezug auf reichliche Ausleuchtung des Kuppelhorizontes gerecht zu werden, wurde die Anlage durch eine Horizontleuchtenbatterie (Abb. 3) erweitert.

Zunächst wurden sechs Seilzug-Horizontleuchten angebracht, deren Farbscheiben durch Drahtseilzüge gewechselt werden. Jede dieser Leuchten enthält drei Röhrenlampen zu 1000 W, so daß sechs Leuchten insgesamt etwa 36 000 NK ergeben. Man weiß, daß bei der Bühnenbeleuchtung die blaue Farbe zur Darstellung der natürlichen Horizontfärbung die allerwichtigste ist, daß aber leider auch ein erheblicher Teil des erzeugten Lichtes durch die vorzusetzenden blauen Korrektionsfilter absorbiert wird. Dieser Lichtverlust wurde hier durch Einbau einer weiteren Lichtquelle ausgeglichen, die besonders im Blauen recht wirksam ist: des Quecksilberdampflichtes. Weitere sechs Horizontleuchten der gleichen Konstruktion wie bei Glühlicht wurden vorgesehen und jede Leuchte mit drei Quecksilberröhren bestückt. Damit ist die Zahl der Normalkerzen dieser Horizontleuchtenbatterie aus 12 Einheiten von 36 000 auf etwa 120 000 erhöht worden. Wenn auch die Verwendung des Quecksilberdampflichtes auf der Bühne schon seit vielen Jahren bekannt ist, und von Zeit zu Zeit eingehende Versuche über die praktische Anwendung gemacht wurden, so ist doch im vorliegenden Fall der Beweis erbracht worden, wie außerordentlich wertvoll der Zusatz von Quecksilberdampflicht zum Glühlicht gerade in bezug auf die Blautönung des Horizontes ist. Durch die Mischung von Glühlicht und Quecksilberdampflicht wird die bisher gefürchtete Wirkung aufgehoben, daß die Gesichtsfarbe der Darsteller fahl und gespensterhaft erscheint. Bemerkt sei, daß das Quecksilberdampflicht nur mit blauen Filtern zu verwenden ist, weil das Spektrum des Quecksilberdampfes wenig andere Farben, z. B. gar kein Rot, enthält. Verdunkelt werden diese Sonderleuchten nicht elektrisch durch Vorschalten von Widerständen, sondern durch Vorziehen eines Abdeckschiebers (motorischer Antrieb). Ein Instrument zeigt im Beleuchterstand die jeweilige Stellung des Abdeckschiebers an.

Diese Art der mechanischen Verdunkelung hat noch den besonderen Vorteil, daß das Licht der Quecksilberdampfröhre bis zu den letzten Helligkeitsstufen voll entfaltet bleibt, nur die Länge der Leuchtröhre wird durch Vorschieben einer Blende abgedrosselt. Wenn eine elektrische Widerstandsregelung möglich wäre, so würde das Herunterregeln der Spannung nicht ohne Einfluß auf die eigentliche Leuchtfarbe der Röhre bleiben. Die Veränderung der Leuchtfarbe in sich würde eine reine Filterung beim Vorziehen von Farbscheiben unterbinden. Bemerkt sei noch, daß die verwendete Quecksilberdampfröhre Type HgH 5000 die stärkste Röhre ist, die z. Z. gebaut wird; sie benötigt eine Anlaufzeit von einigen Minuten bis zur vollen Helligkeit und eignet sich nur zum Anschluß an 220 V Wechselstrom.

Abb. 4. Rohrpakete der Panzerrohr-Installation.

Damit die Installation allen Ansprüchen auf Jahre hinaus genügte, wurden sämtliche Leitungen in Stahlpanzerrohr verlegt. Die Schwierigkeiten bei der Rohrverlegung waren naturgemäß bei dem Umbau größer als bei einem Neubau, weil es galt, sich mit den wenigen Wandflächen und Deckenkonstruktionen zu bescheiden, die nicht schon durch die ausgedehnte mechanische oder hydraulische Anlage der Opernhausbühne belegt waren.

[1]) Vgl. S. 555 dieses Heftes.
[2]) Vgl. hierzu Abb. 6, S. 557 dieses Heftes.

Was dies bei dem riesigen Leitungsnetz bedeutet, kann man sich nur annähernd vorstellen, wenn man berücksichtigt, daß rd. 180 000 m NGA-Draht von 1,5 bis 150 mm² Querschnitt in etwa 50 000 m Stahlpanzerrohr verlegt wurden. Einen Eindruck von der Anhäufung der Rohrpakete auf kleinstem Raum mag Abb. 4 vermitteln. Hinzu kam noch, daß die Eisenkonstruktion des Bühnenhauses, die durch die eingebauten hohen Gewichte ohnedies schon hoch beansprucht war, an keiner Stelle durch Anbohren verletzt werden durfte. Die schweren Stahlrohrpakete mußten daher mit sogenannten Registern an die Träger und Eisenkonstruktionen angeschellt werden. Aber nicht nur eine feste, sondern auch eine bewegliche Installation war auszuführen, die alle ortsveränderlichen Beleuchtungsgeräte stromführend mit dem festen Teil der Installation verbindet. Hierzu gehören die Horizontbeleuchtung, die auf einer fahrbaren Brücke vor der Kuppel hin- und herbewegt wird, ferner die motorischen Antriebe der Horizontkuppel selbst sowie die unmittelbar an der Horizontkuppel befestigten Beleuchtungsgeräte und außerdem sämtliche Leuchten und Scheinwerfer im beweglichen Portal (vgl. Abb. 1 auf S. 545).

Abb. 5. Herstellung eines Kabelgurtes. Einnähen im Segeltuch.

Mehr als 20 000 m biegsame Einzelleitungen wurden verarbeitet und zu Gurten in Segeltuch eingenäht. Abb. 5 zeigt die Herstellung eines solchen Kabelgurtes durch Handarbeit. Die Kabeldrähte mußten so dicht wie möglich aneinander gereiht werden, denn beim Nähen mit der Maschine hätte man allein schon wegen der Breite des Steppfußes die Leitungen nicht eng und fest genug einnähen können, sie hätten dann nicht mehr zwischen die vorhandenen Eisenkonstruktionen gepaßt. Abb. 6 zeigt, wie die fertig verlegten Kabelgurte durch besondere Ausgleichvorrichtungen dem Fahrweg der Konstruktionen angepaßt werden. — Die gesamte vorstehend beschriebene Lieferung und alle Installationsarbeiten wurden in der kurzen Zeit von knapp vier Monaten ausgeführt; das war nur dadurch möglich, daß zeitweilig weit über hundert Arbeitskräfte eingesetzt waren.

Abb. 6. Betriebsfertige Aufhängung der Kabelgurte.

Vorbühnen- und Horizontbeleuchtung des Deutschen Opernhauses.

Von **H. Hasse VDE**, Berlin.

621. 32 : 725. 821

In den letzten Jahren ging man sowohl im Inland als auch im Ausland daran, Theater entsprechend dem neuzeitlichen Stand der Technik neu zu erbauen bzw. alte Theater umzubauen. Dies gilt nicht nur für die Einrichtungen zur Verwandlung der Bühne, sondern in gleichem Maße auch für die Beleuchtungstechnik, die neben jenen den wesentlichsten Anteil an der Ausgestaltung der Bühne hat.

Die Bestrebungen gingen dahin, mit möglichst kleinen Geräten größtmögliche Beleuchtungsstärke und damit größtmögliche Wirkung zu erzielen, denn die Platzfrage steht bei der Bühnenbeleuchtungstechnik an erster Stelle. Insbesondere gilt dies für die Vorbühnenbeleuchtung. Da diese gewöhnlich durch in zwei seitlichen Beleuchtungstürmen und in der Portalbrücke eingebaute Scheinwerfer geschieht, rückt diese Einrichtung die eigentliche Spielzone um das Maß ihrer Tiefenausdehnung vom Zuschauer ab. Ein anderer Weg, der vielfach beschritten wurde, ist die Verlegung der für die Vorbühnenbeleuchtung erforderlichen Leuchten in den Zuschauerraum, von dem sie natürlich durch feuerfeste Nischen abgetrennt werden müssen. Man spart hierbei an Platz, die Szene kann entsprechend weiter an den Zuschauerraum heran verlegt werden. Diese Lösung ist aber aus baulichen und architektonischen Gründen vielfach nicht möglich, so daß nichts anderes übrig bleibt, als die Geräte vorn seitlich an den Proszeniumslogen bzw. über der Bühne in der Krone oder in den Luftzuführungskanälen für die Zuschauerraumbelüftung oder in einer besonderen Beleuchterkabine im obersten Rang anzuordnen.

Bei dem Umbau des Deutschen Opernhauses in Berlin-Charlottenburg wurden die Leuchten für die Vorbühnenbeleuchtung seitlich und über dem Orchester in dem dort befindlichen Architrav untergebracht, der zu diesem Zwecke vergrößert und mit einem Gang versehen wurde. Für besondere Beleuchtungseffekte, z. B. Projek-

tionen auf den Vorhang oder auf vorn befindliche Schleier, befindet sich im 4. Rang eine Scheinwerferkabine, in welcher drei Projektionsapparate untergebracht sind. Aus dieser Anordnung der gesamten Vorbühnenbeleuchtung ersieht man, daß der Raumfrage die größte Aufmerksamkeit geschenkt wurde, da die Wirkung eines Bühnenbildes und vor allem die gute Erkennbarkeit der Schauspieler sehr stark von der Wirkung und dem richtigen Einfallwinkel der Vorbühnenbeleuchtung abhängig ist. Da ferner die Scheinwerfer Farbenscheibenmagazine besitzen, deren Betätigung durch sonst übliche Drahtseilzüge aus Platzgründen nicht möglich war, erhielten diese Scheinwerfer Fernbetätigung für die Farbenscheiben.

Abb. 1. Spiegellinsenscheinwerfer.

Die Forderung nach höherer Beleuchtungsstärke bei möglichst kleinem Platzbedarf und die Forderung der Fernbetätigung wurden durch den neuen „Spiegellinsenscheinwerfer" in Verbindung mit einem Farbenscheibenmagazin mit motorischem Antrieb erfüllt[1]). In der Abb. 1 ist ein solcher neuartiger Scheinwerfer dargestellt.

Bevor auf die Fernbetätigung des Farbenscheibenmagazins eingegangen wird, soll zunächst der Spiegellinsenscheinwerfer als solcher näher besprochen werden. Er besteht hauptsächlich aus der Lichtquelle *a* (Abb. 2), dem elliptischen Reflektor *b*, der Blende *c* und der verstellbaren Linse *d*. Die Glühlampe ist nicht mit einem Gewinde versehen, sondern sie erhielt Steckelektroden, um eine stets gleiche Stellung der Lampe zum Reflektor zu gewährleisten. Um auf einem möglichst kleinen Raum eine möglichst große Leuchtdichte zu erzielen (punktförmige Lichtquelle), wurde die Leuchtspirale in zwei planparallelen Ebenen angeordnet, die schräg zur Achse des Scheinwerfers angeordnet sind (siehe Abb. 2). Somit wird durch den elliptischen mit Rhodium überzogenen Reflektor möglichst viel vom Leuchtfaden ausgestrahltes Licht dem Linsensystem zugeführt. Die Streuung ist durch diese Anordnung auf ein Geringstmaß herabgedrückt. Rhodiumbelag wurde gewählt, da dieser nicht nur ein hohes Reflexionsvermögen besitzt, sondern wetterfest und unempfindlich gegen hohe Temperaturen ist. Im Brennpunkt sind vierteilige Blenden und eine Irisblende angeordnet, die eine genaue Abgrenzung und große Verstellbarkeit des Lichtkegels ermöglichen. Die ebenfalls einstellbare Linse (*d* in Abb. 2) bildet die Blendenebene ab.

a Lampe *b* Spiegel *c* Blende *d* Linse

Abb. 2. Strahlengang beim Spiegellinsenscheinwerfer.

Durch den elliptischen Reflektor in Verbindung mit der neuartigen Anordnung des Leuchtfadens wird also einerseits eine größtmögliche Ausnutzung des Lichtstromes und durch Blende und Linse anderseits eine genaue Abgrenzung und Verstellbarkeit des Lichtkegels erzielt. Der neue Spiegellinsenscheinwerfer vereinigt also die Vorzüge des Linsenscheinwerfers mit den Vorzügen des Spiegelscheinwerfers. Er eignet sich deshalb besonders zur Beleuchtung von Wänden mit bestimmter Form, für die Darstellung von einfallendem Licht durch Fenster oder Türen und dergl. Bei gleicher Lichtbündelgröße ergaben die Messungen etwa die dreifache Lichtstärke gegenüber den üblichen Linsenscheinwerfern gleicher Leistung.

a Gleichstrommotor, *b* Quecksilberschalter, *c*, *d* Magnetspulen, *e* Kippschalter, *f* Druckrollen, *g* Farbscheibe, *h* Endschalter, *i* Hilfsspule

Abb. 3. Schaltanordnung des selbsttätigen Farbzugscheibenantriebs.

Diese Spiegellinsenscheinwerfer können wie in den meisten Fällen beim Deutschen Opernhaus mit einem fernbetätigten Farbenscheibenmagazin versehen werden. Der Aufbau und die Schaltung geht aus der Abb. 3 hervor. Ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor *a* wird durch ein Relais *b* eingeschaltet und treibt eine mit Kupplungsscheiben versehene durchlaufende Welle (Abb. 4). Werden die Magnete *c* oder *d* durch den Kippschalter *e* eingeschaltet, so betätigen diese die Druckrollen *f*, die die festen Treibscheiben mit den losen Seilscheiben kuppelt. Die Farbscheibe *g* wird nach der gewünschten Richtung gezogen und betätigt in ihrer Endstellung einen Schalter *h*, der gleichzeitig die zugehörige Magnetspule und das Relais *b* durch die Hilfsspule *i* und damit den Motor abschaltet. In die einzelnen Stromkreise sind noch Meldelampen (Glimmlampen) eingeschaltet, die die Stellung der

[1]) Hergestellt von der Firma Reiche & Vogel, Leuchtkunst G. m. b. H., Berlin SO 36.

Farbenscheiben dem Bedienenden zu erkennen geben. Kippschalter und Kontrollampen sind auf einer im Beleuchterraum aufgestellten Schalttafel montiert und beanspruchen nur wenig Platz.

Die beschriebenen Scheinwerfer werden für Lampenleistungen von 500, 1000 und 1500 W gebaut. Im Deutschen Opernhaus sind im Architrav 13 von diesen Scheinwerfern mit je einer 1500 W-Lampe montiert. Davon sind 11 Stück mit Farbenscheibenmagazinen versehen und zwei Stück ohne solche, da sie zur sogenannten Applausbeleuchtung dienen; zur Beleuchtung der Schauspieler strahlen sie weißes Licht aus. Am Portal rechts und links vor dem Vorhang sind je sieben Scheinwerfer mit Farbenscheiben vorgesehen, die jedoch nur mit 1000 W-Lampen ausgerüstet sind. Der Anschlußwert der gesamten Vorbühnenbeleuchtung beträgt 35 kW.

Abb. 4. Farbzugscheibenantrieb.

Zur Beleuchtung des Rundhorizontes wurden erstmalig für das Deutsche Opernhaus Horizontlaternen besonderer Konstruktion entwickelt[2]). Die Anstrahlung des Horizonts kann aus räumlichen Gründen nur von Lampen aus geschehen, die vor dem Horizont in etwa dreiviertel Höhe vom Bühnenboden auf einer besonderen Brücke angebracht sind, um sie den Augen der Zuschauer zu entziehen (*a* in Abb. 5). Mit den bisherigen Lampen (*b* in Abb. 5) war eine gleichmäßige Ausleuchtung des Horizontes nicht recht zu erreichen. Die oberen Teile des Horizontes wurden sehr stark angestrahlt, während der Horizont in der Nähe des Bühnenbodens durch die entsprechend größere Entfernung der Lampen nur schwach beleuchtet blieb. Abhilfe schuf hier die neue Horizontlaterne, die in Abb. 6 im Schnitt dargestellt ist. Diese besitzt zwei Spiegel s_1 und s_2, die den Hauptteil des von der 1500 W-Lampe ausgestrahlten Lichtes nach der unteren Horizontebene werfen. Vorderseitig sind die Laternen mit kegelförmigen Farbglasscheiben versehen. Im Deutschen Opernhaus dienen 30 solcher Laternen zur Darstellung eines blauen Himmels. Der Anschlußwert der Horizontbeleuchtung, soweit diese von Nitralampen gedeckt wird (*a* u. *b*, Abb. 5), beträgt 91 kW.

a neue Horizontlaternen
b alte „
c Quecksilberdampfleuchten (Mischlicht)
d Horizont

Abb. 5. Die Horizontbeleuchtung[3]).

s_1, s_2 Spiegel

Abb. 6. Schnitt durch die neue Horizontlaterne.

[2]) Siehe auch S. 554 dieses Heftes.

[3]) Siehe auch Abb. 3, S. 554 dieses Heftes.

Die elektroakustische Anlage im Deutschen Opernhaus und ihre Aufgaben im neuzeitlichen Theater.

Von Dipl.-Ing. I. Kirstaedter, Berlin.

621. 39 : 725. 821

Das Deutsche Opernhaus erhielt bereits im Jahre 1928 die erste elektroakustische Anlage, die in späterer Zeit verschiedentlich umgebaut und erweitert wurde (Abb. 1). Ihm folgten das Opernhaus in Frankfurt a. M. und das Nationaltheater in München. Durch diese Anlagen lernte man die Verwendungmöglichkeiten der elektroakustischen Übertragung im Theater kennen. In der Hauptsache wurde schon damals die Mikrophon-Lautsprecher-Übertragung benutzt, um besondere Effekte in der Aufführung zu erzielen, z. B. durch Lautsprecher verstärkte Stimme oder um Übertragungen von Chören auf die Bühne vorzunehmen, deren Aufstellung auf der Bühne selbst unzweckmäßig oder mit Rücksicht auf das Bühnenbild nicht möglich war. Auf Grund dieser Anwendungen der Mikrophon-Lautsprecher-Übertragung, die weiter angeregt und ergänzt wurden durch die bei der Rundfunk-, Schallplatten- und Tonfilmaufnahme gewonnenen Erfahrungen, wurden die an derartige Übertragungen gestellten Anforderungen immer höher. Heute ist die elektroakustische Anlage für den Regisseur ein unentbehrliches Hilfsmittel der Aufführung geworden. In Verfolgung dieser Tatsache wurden ihr immer mehr und neue Aufgaben im Theaterbetrieb zugewiesen, was an Hand der von Telefunken für das Deutsche Opernhaus geschaffenen Anlage gezeigt werden soll.

Abb. 1. Alte Verstärkerzentrale im Deutschen Opernhaus. Baujahr 1928.

Im Rahmen der Vorstellung selbst hat die elektroakustische Anlage als sog. „Bühnenanlage" folgende Aufgaben:

1. Aufnahme von bestimmten Darbietungen auf der Bühne und Wiedergabe derselben durch beliebig anzuordnende Lautsprecher auf der Bühne oder im Zuschauerraum (z. B. Verstärkung der Stimme eines Sängers oder Schauspielers zur Erzielung besonderer Wirkungen).
2. Aufnahme von bestimmten Darbietungen in außerhalb der Bühne gelegenen, hierzu akustisch besonders hergerichteten Räumen und Übertragung derselben durch Lautsprecher in die Aufführung (z. B. Übertragung eines Chors oder Wiedergabe der Stimme eines Geistes).
3. Übertragung von Schallplattenaufnahmen oder elektroakustischen Geräuscherzeugern durch Lautsprecher in die Aufführung (z. B. Wiedergabe von Geräusch-Schallplatten oder Gong- und Glockentönen als akustische Kulisse für die Aufführung).
4. Als in der Aufführung selbst auftretender Lautsprecher mit beliebiger Darbietung (z. B. ein Rundfunkgerät, welches in einer Szene textbuchgemäß in Erscheinung tritt).

Zur Erfüllung der vorstehenden Aufgaben im Rahmen der Aufführung wurde eine „Mithöranlage" notwendig, die den an den vorbezeichneten Übertragungen beteiligten Personen die Möglichkeit gab, durch Mithören der Aufführung in den Übertragungsräumen den richtigen Einsatz für die von diesen Stellen aus stattfindenden Übertragungen zu finden. Über diesen ursprünglichen Zweck hinaus wurde die Mithöranlage späterhin dann dahingehend erweitert, daß

1. Mithörlautsprecher für alle an der Aufführung beteiligten und interessierten Personen in ihren Dienstzimmern im Hause eingerichtet wurden,
2. die Möglichkeit einer Übertragung der Aufführung über Postleitungen nach außerhalb, z. B. für Prominente oder den Rundfunk, geschaffen wurde,

Abb. 2. Elektroakustische Zentrale im Deutschen Opernhaus. Baujahr 1935.

3. eine Anzahl von Plätzen im Parkett mit Kopfhörern ausgerüstet wurde, um auch Schwerhörigen genußreiche Teilnahme an der Aufführung zu gewährleisten,
4. auch die außerhalb des Zuschauerraumes liegenden Garderoben, Wandelgänge, Foyers usw. mit Lautsprechern ausgerüstet wurden, um z. B. zu spät kommenden Besuchern das Mithören der Ouvertüre zu ermöglichen, oder auch irgendwelche Ansagen über Programmänderungen oder musikalische Pausenzeichen an die Zuschauer in den Pausen zu vermitteln.

Nachdem die elektroakustische Anlage im Theater so weit Fuß gefaßt hatte, wurde sie sehr bald bei Proben als Kommandolautsprecher von den Regisseuren verlangt. Beim Neubau des Deutschen Opernhauses wurde sogar eigens für diesen Zweck eine Kommandoanlage geschaffen, um die Bühnen- und Mithöranlage mit dieser Aufgabe nicht vorzubelasten. Dieser Kommandoanlage wurde noch eine

zweite Kommandoanlage an die Seite gestellt, die es dem Regisseur und den die Aufführung technisch leitenden Personen ermöglicht, ihre für den einwandfreien Ablauf der Aufführung notwendigen Anweisungen an die an den verschiedensten Stellen des Hauses aufgestellten Posten durch kleine Lautsprecher zu geben.

Zur Erfüllung all dieser Aufgaben wurde im Deutschen Opernhaus eine elektroakustische Zentrale (siehe Abb. 2) in Verbindung mit drei Tonleitständen geschaffen. Eine

Abb. 3. Übersicht über die Schaltung der Bühnen- und Mithöranlage.

Übersicht über die Schaltung der Bühnen- und Mithöranlage gibt Abb. 3. Die an den verschiedensten Stellen im Hause vorgesehenen Kondensator-Mikrophonanschlüsse:

4	Mikrophonanschlüsse	rechte Bühnenseite,
4	„	linke „
4	„	Bühnenrampe,
2	„	Orchester,
4	„	Zuschauerraum (I. Rang),
1	„	Chorsaal,
1	„	Probebühne,
1	„	Übertragungszimmer,

sowie die Leitungen von den Plattenspielern, Glockenzeichengebern usw. liegen auf Klinken im Umschaltfeld I. Hier können diese Leitungen nach Bedarf über je vier Schnüre mit den Tonleitständen *1* bis *3* sowie dem Tonleitstand des Rundfunks verbunden werden. In jedem Tonleitstand befindet sich ein Mischpult mit vier verzerrungs- und geräuschfrei arbeitenden Reglern für die einkommende Energie und ein Summenregler. Die Tonleitstände sind außerdem mit einem Aussteuerungszeiger und einem Kontrollautsprecher ausgerüstet. In Tonleitstand *I*, der in das Proszenium eingebaut ist und durch ein Doppelfenster guten Ausblick auf Orchester und Bühne gewährleistet, wird die Energie für die Mithöranlage geregelt. In Tonleitstand *II* (Abb. 4), der darüber in unmittelbarer Nähe der Zentrale ebenfalls mit Ausguck auf die Bühne angeordnet ist, wird die Energie für die Bühnenanlage gesteuert. In diesem Tonleitstand sind auch die zur Erzeugung von „Geräuschkulissen" erforderlichen Geräte, wie Plattenspieler, Gongzeichengeber und Glockenzeichengeber, aufgestellt. Tonleitstand *III*, der lediglich aus einem vierteiligen Mischpult mit Summenregler und Aussteuerungszeiger besteht, kann bei Bedarf im Orchester aufgestellt werden, falls die elektroakustische Anlage sozusagen als Instrument des Orchesters mitwirkt und die unmittelbare Verbindung mit dem Kapellmeister erforderlich ist. Ein vierter Tonleitstand ist noch von der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft unter dem IV. Rang ebenfalls mit großem Doppelfenster zur Vornahme von Rundfunkübertragungen der Oper eingerichtet worden.

Von den Tonleitständen wird die Energie wiederum über Schnur und Klinke auf Umschaltfeld *II* drei Hauptverstärkern zugeführt, die eine 400fache Verstärkung der Mikrophonenergie auf rd. 0,4 V bewirken. Umschaltfeld *II* gestattet eine beliebige Auswahl bzw. Parallelschaltung der Hauptverstärker. Die niederohmigen Ausgänge der drei Hauptverstärker liegen auf Schnüren im Umschaltfeld *III*, wo sie mit den hochohmigen Eingängen der drei Zusatzverstärker oder der vier Leistungsverstärker verbunden werden können. Die hochohmigen Eingänge dieser nachgeschalteten Verstärker gewährleisten praktischen Leerlauf der niederohmig ausgehenden Hauptverstärker, wodurch die Anzahl der nachgeschalteten Verstärker keinen Einfluß auf die Übertragungsgüte ausübt. Umschaltfeld *III* gestattet ferner die Einschaltung eines selbsttätigen Dynamikreglers, der die großen dynamischen Unterschiede der Musik auf das für eine Übertragungsanlage zulässige Maß verkleinert. Dieser Dynamikregler wird gern in die Mithöranlage eingeschaltet, um hier nach einer gewissen Einpegelung im Tonleitstand *I* die fortlaufende Aussteuerung der Mithöranlage zu ersparen. Außerdem kann über Umschaltfeld *III* ein ebenfalls in der Zentrale aufgestellter Rundfunkempfänger für Gemeinschaftsempfang mit der elektroakustischen Anlage des Hauses verbunden werden. Auch der Kontrollautsprecher in der Zentrale, der einen eigenen Verstärker besitzt, kann hier in die einzelnen Übertragungen eingeschaltet werden. Ebenso werden die Aussteuerungszeiger in den Tonleitständen eingeschaltet, die aus zwei Sonderschaltungen gespeist werden, die im wesentlichen aus einem Hilfsverstärker und einem Gleichrichter mit logarithmischer Kennlinie bestehen, um die dem Höreindruck entsprechende logarithmische Anzeige des Aussteuerungszeigers zu erhalten.

Die Zusatzverstärker *1* bis *3* verstärken die einkommende Energie auf etwa 4 V (Leitungsausgang) bzw. rd. 2 W (Leistungsausgang). Von den Zusatzverstärkern speist der erste 20 Kopfhörer an den Schwerhörigenplätzen in der 19. Parkettreihe (Leistungsausgang), der zweite ist für die Außenübertragungen über Postleitungen (Leitungsausgang) und der dritte als Reserve für die beiden ersten vorgesehen.

Von den Leistungsverstärkern besitzen zwei je eine Leistung von 70 W und speisen vornehmlich die verschiedenen Mithörlautsprecher im Hause, zwei weitere mit einer Leistung von je 100 W speisen die in der Aufführung mit-

Abb. 4. Tonleitstand II.

wirkenden Lautsprecher. Mit Rücksicht auf die hohen Ansprüche, die besonders an diese in einer Opernaufführung mitwirkende Übertragung gestellt werden müssen, wurde der Entwicklung dieser 100 W-Verstärker besondere Aufmerksamkeit gewidmet, so daß sie ein Frequenzband von 30 bis 10 000 Hz übertragen können und ihr Klirrfaktor bei der Nennleistung kleiner als 2 % ist. Die Störspannung dieser Verstärker beträgt bei der Nennleistung rd. 1/1000 der Nutzspannung. Von den vorgeschalteten Hauptverstärkern werden selbstverständlich die gleichen Bedingungen erreicht. Die Lautsprecher werden an die Leistungsverstärker über das Umschaltfeld *IV* angeschaltet, auf dem die

Ausgänge der Leistungsverstärker auf Klinken liegen, mit welchen die Mithörlautsprecher, Kontrollautsprecher sowie die Lautsprecherkombinationen auf der Bühne und im Zuschauerraum durch Schnüre verbunden werden können. Die Mithör- und Kontrollautsprecher sind normale elektrodynamische Lautsprecher neuester Bauart mit Nawimembran, während für die Übertragungen in den Zuschauerraum und auf die Bühne mit Rücksicht auf die hier noch höher zu stellenden Ansprüche Lautsprecherkombinationen, und zwar dynamische Tiefkonus-Lautsprecher in Verbindung mit dynamischen Hochton-Trichtersystemen, vorgesehen wurden. Diese Lautsprecher gewährleisten in

Abb. 5. Übersicht über die Schaltung der Kommandoanlagen.

einer entsprechend großen Schallwand, wie sie bei den im Zuschauerraum aufgestellten Lautsprechern vorgesehen wurde, die Abstrahlung des gesamten übertragenen Frequenzbandes. Die Einschaltung der vier Umschaltfelder in den Leitungszug gewährleistet eine schnelle und weitgehende Anpassungsfähigkeit der Anlage an alle Betriebsanforderungen. Bei Störungen können Ersatzwege schnell geschaltet bzw. für die wichtigsten Übertragungen von vornherein vorgesehen werden, so daß dem Besucher ein Ausfall gar nicht in Erscheinung tritt. Dies ist für eine Theateranlage besonders wichtig.

Eine Übersicht über die Kommandoanlagen im Deutschen Opernhaus zeigt Abb. 5. Hier ist unten zunächst die Kommandoanlage für den Regisseur dargestellt. Auf dem Platz des Regisseurs bei den Proben in der 5. Parkettreihe ist das Regiemikrophon angeschlossen, das über einen besonderen Leistungsverstärker in der Zentrale mit einem auf der Bühne anzuschließenden Kommandolautsprecher verbunden ist. Durch diesen Lautsprecher kann der Regisseur bei den Proben ohne Kraftanstrengung auf die Bühne seine Anweisungen geben. Die zweite auf diesem Bild dargestellte Kommandoanlage besteht aus drei Hauptstationen (*1* bis *3*) und zehn Nebenstationen (*4* bis *13*). Jede Station besteht zunächst aus einer normalen Hebellinienwähler-Fernsprechstation mit 15 Linientasten bei den drei Hauptstationen und 5 Linientasten bei den zehn Nebenstationen. Die Hauptstationen können mittels ihrer Linientasten alle anderen Stationen durch Fernsprecher erreichen, während die Nebenstationen jeweils nur drei bis fünf der anderen Stationen erreichen können. Die Hauptstationen sind außer dem Fernsprecher je mit einem Kommandomikrophon ausgerüstet, während die Nebenstationen

Abb. 6. Schnitt durch die Rangbrüstung mit eingebautem Kondensatormikrophon.

bis auf Station *6* kleine Lautsprecher besitzen. Außerdem hat die Hauptstation *3* ebenfalls einen Lautsprecher. Durch die Kommandomikrophone können die Hauptstationen die Lautsprecher der anderen Stationen nach Drücken der am Mikrophon angebrachten Taste und der zugehörigen Linientasten entweder einzeln oder auch mehrere gleichzeitig besprechen. Durch Drücken der Mikrophontaste wird das Kommandomikrophon über ein Relaissystem mit dem Eingang des Kommandoverstärkers verbunden, dessen Ausgang durch Drücken der Linientasten dann an die betreffenden Stationslautsprecher gelegt wird. Ebenfalls über das Relaissystem geschaltete Signallampen zeigen der Hauptstation an, ob der Kommandoverstärker für die Besprechung frei ist. Für gewisse Fälle ist es außerdem notwendig, daß die mit Lautsprecher ausgerüsteten Stationen ihren Lautsprecher abschalten können. Dies wird der Hauptstation durch eine über das Relaissystem kommende zweite Signallampe angezeigt, damit nicht etwa die Hauptstation eine Anweisung durch Lautsprecher an eine andere Station gibt, wenn deren Lautsprecher abgeschaltet ist. Der in die Lautsprecherkreise eingeschaltete Kommandoverstärker ist doppelt vorgesehen, damit bei Betriebsstörungen des einen Verstärkers ebenfalls durch Relaisumschaltung sofort der Reserveverstärker eingeschaltet werden kann. Das verwendete Relaissystem entspricht den aus der Fernsprechtechnik her bekannten, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen sei. Der Anruf der Stationen erfolgt durch eine Schnarre, die, falls störend, bei jeder Station auf eine Anruflampe umgeschaltet werden kann.

Wie bereits aus Abb. 2 ersichtlich, wurde für den Aufbau der elektroakustischen Zentrale die vom Verstärkeramtsbau her bekannte und bewährte Anordnung aller erforderlichen Geräte in Winkeleisen-Rahmengestellen gewählt, die in zwei Fronten in einem Abstand von je 1,2 m von den beiden Längswänden des Raumes aufgestellt wurden. Die rechte Gestellfront (vgl. Abb. 2) enthält im ersten Gestell: oben den Eingangsleitungsverteiler, in der Mitte zwei Batterieüberwachungs- und Ladegeräte für 16 zentral gespeiste Kondensatormikrophone nebst den zugehörigen Einschalttasten und Schauzeichen, unten das Umschaltfeld *1* und *2* mit den für die geräuschfreie Schaltung und Kontaktgabe der äußerst kleinen von den Kondensatormikrophonen abgegebenen Spannungen erforderlichen Sonderklinken mit Doppelkonuskontakt und zugehörigen Klinkensteckern. Die zu jedem der vier Tonleitstände führenden Klinkenstecker besitzen der Übersicht halber eine andere Farbe. Im zweiten Gestell sind von oben nach unten: 2 Hauptverstärker mit Prüfinstrument, Verstärkungsausgleichregler und Prüfklinke, 2 Netzanschlußgeräte hierzu mit Prüfglimmlampe, 1 Hauptverstärker wie oben und der selbsttätige Dynamikregler mit Prüfinstrument, Regelgradschalter und Überbrückungsschalter, das Netzspannungs-Schaltfeld mit Glimmlampenschalter und Sicherung für die einzelnen Geräte, das Umschaltfeld *3* und die Netzanschlußgeräte für den dritten Hauptverstärker und den Dynamikregler untergebracht. Das dritte Gestell enthält: die drei Zusatzverstärker mit Ein- und Ausgangsprüfklinke, Verstärkungsregler und zwei Tonblenden für die hohen und tiefen Frequenzen, eine

Abb. 7. Mikrophonkapsel auf der Rangbrüstung.

Sonderschaltung für Aussteuerungszeiger mit Prüfinstrument und Eichregler, daneben das Netzschaltfeld mit Glimmlampe, Sicherung und Schalter für die eingebauten Geräte, unten das Netzanschlußgerät für die Aussteuerungszeigerschaltung. In die Zusatzverstärker ist das

Abb. 8. Mikrophoneinbau an der Bühnenrampe.

Netzanschlußgerät eingebaut. In dem Gestell sind noch vier Felder für Erweiterungen frei, die mit Leerplatten abgedeckt sind. Das vierte Gestell enthält: zwei 70 W-Leistungsverstärker mit Hauptschalter, Sicherungen, Lautstärkeregler, Eingangsumschalter und Tonblende. Zwischen den beiden Verstärkern: Aussteuerungs-Prüfglimmlampe für diese, unten das Umschaltfeld *4* erste Hälfte sowie drei Einschalt- und Regelfelder für die Mithörlautsprecher im Hause.

Die linke Gestellfront enthält im ersten Gestell: zwei Steuerverstärker für die 100 W-Leistungsstufen mit Lautstärkeregler, Eingangsumschalter, Prüfklinke und Signalglimmlampe, eine Aussteuerungszeigerschaltung mit Netzanschlußgerät wie im Gestell *3*, Feldschalttafel für die Lautsprecherkombinationen in Bühne und Zuschauerraum mit Signalglimmlampen, Sicherungen und Schaltern für jeden Lautsprecher sowie das Umschaltfeld *4* zweite Hälfte. In diesem Gestell sind noch vier Felder frei, die mit Leerplatten für Erweiterungen abgedeckt sind. Neben diesem Gestell stehen die zwei 100 W-Leistungsverstärker mit Prüfinstrumenten, Sicherungsschaltern und Anlaßschalter, im Hintergrund ist noch das Gestell mit den Kommandoverstärkern und dem Relaisschrank erkennbar. In der Mitte ist der Kontrollautsprecher mit eingebautem Verstärker und dem Rundfunkempfangsgerät (Arbeitsfrontempfänger DAF 1011) zu sehen. Der in diesem Kontrolllautsprecher eingebaute Verstärker wurde derart entzerrt, daß in Verbindung mit dem Lautsprecher ein vom Lautsprecher annähernd geradlinig abgestrahltes Frequenzband von 40 bis 8000 Hz gewährleistet ist. Diese Kontrollautsprecher-Einheit wird, nebenbei bemerkt, auch in den deutschen Rundfunkstudios zu Kontrollzwecken benutzt.

Die gesamte Stromversorgung der elektroakustischen Zentrale erfolgt aus dem Charlottenburger Wechselstromnetz[1]). Die Leistungsaufnahme beträgt rd. 5 kVA. Die Lautsprecher werden, soweit nicht permanentdynamische Lautsprecher verwendet sind, aus dem Gleichstromnetz des Hauses erregt.

Bei dem Einbau der Mikrophone und Lautsprecher in das Zuschauerhaus mußte teilweise erhebliche Rücksicht auf die Architektur der Räume und die Unsichtbarkeit dieser Geräte genommen werden. So war es z. B. notwendig, um für bestimmte Fälle einwandfreie Übertragungsmöglichkeiten der Aufführung sicherzustellen, Kondensatormikrophone in größerer Entfernung von Bühne und Orchester anzuordnen. Diese durften jedoch dem Zuschauer nicht sichtbar sein, um die Raumarchitektur bzw. das Bühnenbild nicht zu stören. Aus diesem Grunde wurden diese Mikrophone, im ganzen vier Stück, in die Brüstung des ersten Ranges derart eingebaut, daß nur die eigentliche Mikrophonkapsel sichtbar blieb. Einen Schnitt durch die Brüstung des ersten Ranges mit eingebautem Mikrophon zeigt Abb. 6. Die zu dem Kondensatormikrophon gehörige Verstärkerschaltung, die in dem bekannten flaschenförmigen Gehäuse untergebracht ist, liegt durch Schwammgummi abgefedert in einem in den Fußboden des ersten Ranges eingelassenen eisernen Kasten, der zur besseren Schallisolation gegen Trittschall noch mit Sperrholz und Blei ausgeschlagen ist. Von diesem Kasten führt ein Hartpapierrohr durch die Brüstung des ersten Ranges, in welches von außen die Kondensatormikrophonkapsel mit einem langen dünnen Rohr als Zuführungshals eingeführt und in den Kontaktkopf der Flasche eingeschraubt wird. Die fertig eingebaute Mikrophonkapsel in der Brüstung des ersten Ranges zeigt Abb. 7. Ähnlich mußten auch die Mikrophone an der Bühnenrampe eingebaut werden. Sie durften nicht über die Rampenblende hinausragen und mußten außerdem trittschallsicher sein. Abb. 8 zeigt, wie diese Aufgabe gelöst wurde. Man sieht den in dem Bühnenboden eingelassenen eisernen Kasten mit der in Gummi gelagerten Mikrophonverstärker-Flasche. Die Kondensatorkapsel selbst sitzt an einem sogenannten Schwanenhals. Der Kasten wird durch den eisernen Deckel und eine Bühnen-Fußbodenklappe verschlossen.

Den der Raumarchitektur angepaßten Einbau der Lautsprecher zeigt z. B. Abb. 9. Im Foyer des ersten Ranges über der Tür sitzt dieser Lautsprecher in einem

Abb. 9. Lautsprecher im Foyer.

quadratischen Wandloch, das durch einen Profilmessingrahmen, mit feiner Drahtgaze bespannt, abgeschlossen wird. Das Wandloch geht durch bis zum Treppenhaus und ist dort in gleicher Weise abgedeckt. Hierdurch wird die vom Lautsprecher auch nach rückwärts abgestrahlte Energie zur Besprechung des Treppenhauses mit ausge-

[1]) Siehe S. 547 dieses Heftes.

nutzt. Gleichzeitig werden auf diese Weise schädliche Raumresonanzen, die bei Verschließen dieser Öffnung entstehen konnten, vermieden. In der Kantine sind Ampellautsprecher aufgehängt, deren Konusmembran waagerecht, also parallel zur Decke liegt. Der Membrankorb trägt einen pilzförmigen Schallverteiler. Nach oben ist der Lautsprecher durch eine in die Decke des Raumes eingelassene Glocke abgedeckt, die die dorthin abgestrahlte Schallenergie auf die Oberseite des Schallverteilers leitet. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung der Schallenergie im Raum gewährleistet.

Als geeignetster Ort für eine akustisch günstige Besprechung des großen Zuschauerraumes wurden auf Grund früherer Erfahrungen die Logen über den hohen Proszeniumslogen gewählt. In diesen wurde je eine der bereits vorerwähnten großen Lautsprecherkombinationen mit rd. 6 m^2 großen Schallwänden aufgestellt. Bei Nichtgebrauch der Lautsprecher können die in Form von Türen an den Lautsprechern montierten Schallwände zurückgeklappt und der auf Gummirollen stehende Lautsprecher selbst in eine Ecke geschoben werden, so daß die Loge für andere Zwecke benutzbar bleibt.

Die Zahl der für diese Anlage erforderlichen Sonderbauarten könnte noch weiter ausgesponnen werden, doch sei hiervon Abstand genommen. Alle dienten sie dazu, die elektroakustischen Geräte den Erfordernissen des Theaterbetriebes in jeder Beziehung anzupassen. Sei es, daß sie unauffällig eingebaut oder beliebig beweglich dem schnellen Szenenwechsel gewachsen sein mußten.

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, welche Aufgaben eine elektroakustische Anlage im neuzeitlichen Theater zu erfüllen hat. Wir stehen auf diesem Anwendungsgebiet der Elektroakustik sicherlich noch im Anfang einer Entwicklung, deren Möglichkeiten noch lange nicht erschöpft sind. Der akustische Kulissenpark des Theaters, der hauptsächlich nur aus den bekannten Theatermaschinen (Regentrommel, Donnermaschine, Windmaschine usw.) bestand, ist jedenfalls schon heute durch die elektroakustische Anlage erheblich bereichert worden. Das Hörspiel des Rundfunks, dessen Eindruck ja nur durch das „Hörbild" vermittelt werden kann, wird hier sicherlich befruchtend auf das Theater zurückwirken, zumal ja gerade hierdurch die „Höransprüche" des Publikums gesteigert und geschult werden.

Zusammenfassung.

Im neuzeitlichen Theater hat die Elektroakustik verschiedene Aufgaben. Der Lautsprecher ist ein unentbehrliches Hilfsmittel der Aufführung geworden. Durch die elektroakustische Anlage lassen sich Darbietungen auf der Bühne verstärken oder aus anderen Räumen in die Aufführung übertragen. Sie findet weiter Verwendung zur Erzeugung von akustischen Kulissen für die Vorstellung. Schließlich findet der Lautsprecher in neuzeitlichen Stücken als Requisit der Aufführung Verwendung.

Durch die Mikrophonübertragung kann ferner die Aufführung in allen Räumen des Theaters beteiligten und interessierten Personen hörbar gemacht oder auch über den Rundfunk bzw. ein Drahtnetz von Teilnehmern außerhalb des Theaters gehört werden. Die gleiche Einrichtung gestattet es auch Schwerhörigen, an der Aufführung im Theater selbst genußreich teilzunehmen.

Durch Mikrophon und Lautsprecher wird dem Regisseur und anderen ein wichtiges Kommandogerät in die Hand gegeben, welches deren Arbeit hauptsächlich bei den Proben erleichtert.

Die von Telefunken im Deutschen Opernhaus errichtete elektroakustische Anlage, die aus einer Verstärkerzentrale und drei Tonleitständen besteht, wird sodann unter Erwähnung der hierzu erforderlichen Sonderbauarten näher beschrieben.

Signal- und Fernsprechanlagen im Deutschen Opernhaus.

Von C. Kuhrke, Berlin.

621. 39 : 725. 82

Das neuzeitliche Theater ist ein äußerst vielgliedriger Organismus, in dem zahlreiche Stellen zusammenarbeiten. Auf der Bühne vereinigen sich darstellerische Leistungen mit einem großen technischen Apparat zu einem Zusammenspiel, das auf Sekunden genau sein muß, wenn die Bühnenwirkung nicht leiden soll. Als wirtschaftlicher Betrieb weist ein großes Theater zahlreiche Verwaltungsstellen auf, die zum technischen Betrieb des Theaters, zu den Behörden, zu sehr verschiedenen Wirtschaftstellen und zum Publikum in engen Beziehungen stehen. Aus beiden Umständen ergeben sich zahlreiche Aufgaben der Fernverständigung. Die Neueinrichtung des Deutschen Opernhauses bot Gelegenheit, diese Aufgaben einheitlich im Rahmen einer großen Bühne zu lösen.

Im Bühnenhaus hat die Starkstromtechnik neuerdings Antriebs- und Beleuchtungsanlagen weitgehend unterteilt. Dadurch wird die Gestaltung des Bühnenbildes erheblich vereinfacht und an Ausdrucksmöglichkeit wesentlich bereichert, gleichzeitig wird aber auch die Aufgabe gestellt, die so entstandenen Stellen organisatorisch eng zusammenzufassen. Bei den Proben handelt es sich darum, diese Stellen aufeinander einzuregeln. Das verlangt eingehende Anweisungen und damit die Möglichkeit einer gegenseitigen Verständigung durch den Fernsprecher. Bei den Vorstellungen dagegen sollen bestimmte Handlungen auf Kommando im gegebenen Augenblick ausgeführt werden. Hierfür sind Signalanlagen erforderlich. Aber in der Signalgabe muß man berücksichtigen, daß neben einfachen Ausführungsbefehlen auch eingehendere Anweisungen vorkommen und daß außerdem die Funktionen der einzelnen Stellen von Stück zu Stück wechseln.

Diesen Erwägungen entsprechend wurde im Deutschen Opernhaus für die technische Regie eine zentrale Bühnensignalanlage vorgesehen, der noch einige Signalanlagen für Sonderzwecke zur Seite stehen. Ferner sind die technischen Stellen des Bühnenhauses durch eine Bühnenfernsprechanlage verbunden. Davon völlig getrennt ist eine zentrale Fernsprechanlage für Haus- und Nebenstellenverkehr, die insbesondere der Verwaltung dient. Für die Zeitanzeige in den einzelnen Räumen des Theaters wurde eine elektrische Uhrenanlage vorgesehen, an die eine neuartige Einrichtung zur Anzeige der Pausendauer angeschlossen ist. Endlich wurden für die Sicherung des Hauses noch eine Feuermelde-, eine Alarm- und eine Wächterkontrollanlage eingerichtet.

Die zentrale Bühnensignalanlage umfaßt die Signalgabe zu allen wichtigen Stellen des Bühnenhauses, zu dem Bühnenregler, der Maschinerie auf beiden Seiten der Bühne, die beim Deutschen Opernhaus als K- und S-Seite unterschieden werden, zu den Beleuchtern, zur Versenkung, zur Effektabgabe auf beiden Bühnenseiten, zu den Aufenthaltsräumen des künstlerischen und technischen Personals sowie zur Kantine. Die Signale werden in der Hauptsache vom Inspizienten gegeben. Nun arbeitet die in Rede

stehende Bühne mit zwei Inspizienten, die ihren Platz beiderseits der Rampe haben. Außerdem erwies es sich als notwendig, auch der Reglerbühne die Möglichkeit einer Signalgabe zuzuweisen, und zwar zur Maschinerie, Versenkungs- und Effektgabe, ferner zum Bühnenportal, zum Beleuchtungswagen und zur Projektionskabine, so daß in der Signalanlage insgesamt drei Kommandostellen vorhanden sind. Von diesen sind die Geber für die beiden Inspizienten in Pultform, der Geber für die Reglerbühne als Wandgehäuse ausgeführt (Abb. 1). Zur Abgabe der Signale dienen Tasten, teils lose, teils feststellbare. Die Signalanlage arbeitet mit 60 V Wechselstrom, der über einen Transformator dem Netz entnommen wird.

Die Signalgabe wurde nun so gestaltet, daß man an jeder Kommandostelle feststellen kann, ob ein Signal von einer anderen Kommandostelle bereits gegeben ist. Ferner wurde verlangt, daß man sich am Geber überzeugen kann, ob das Signal am Anzeigeort auch wirklich erschienen ist. Endlich mußte bei Befehlen der Zeitpunkt der Ausführung eindeutig festgelegt werden. Deshalb wurden jeder Taste eine Rückmelde- und eine Besetztzeichenlampe zugeordnet. Das Erscheinen eines Signals bedeutet die Ankündigung, das Verschwinden den Zeitpunkt der Ausführung. Als Signalgeräte dienen im Bühnenhaus ein- bis dreiteilige Lichttafeln (Abb. 2), auf deren einzelnen Feldern die Signale in Lichtschrift erscheinen. Die Felder der Tafeln, die für wichtige Aufgaben vorgesehen sind, weisen mindestens zwei parallel geschaltete Glühlampen auf. Die Glühlampen liegen am Lichtnetz. Im unbeleuchteten Zustand

Abb. 1. Inspizientenloge.

sind die Aufschriften unsichtbar, so daß kein Zweifel darüber bestehen kann, ob ein Signal erfolgt ist oder nicht. Für die Signalgabe zu den Garderoben dienen Wecker als Signalgeräte.

Wird eine Taste gedrückt, so leuchtet am Ausführungsort das zugehörige Feld der Lichttafel, am Geber die Rückmeldelampe, die mit der Glühlampe des betreffenden Signalfeldes über die Wicklung eines Relais in Reihe liegt. An den anderen Gebern erscheinen gleichzeitig die Besetztzeichen für die betreffende Taste. Die Taste wird mechanisch gehalten, und das Signal bleibt stehen, bis man sie auslöst. Der Inspizient kann also die Dauer der Ankündigung beliebig wählen, auch gleichzeitig mehrere Signale ankündigen. Die Rückmelde- und Besetztzeichenlampe unterrichtet ihn stets darüber, welche Maßnahmen von ihm bzw. von einer anderen Kommandostelle getroffen worden sind. Wird nun die Taste gelöst, so erlischt das Signal, und damit ist der Zeitpunkt der Ausführung eindeutig und genau festgelegt. Diese Art der Signalgabe ermöglicht eine Leitung der technischen Maßnahmen, wie sie sich auf andere Weise kaum durchführen läßt.

Abb. 2. Lichtsignaltafeln im Bühnenhaus.

Die Tasten, die für den Ruf zu den Garderoben vorgesehen sind, besitzen keine Arretierung. Die Rufe können als Einzel- oder als Gruppenrufe gegeben werden. Der Gruppenruf gilt für eine ganze Gruppe von Personal, beispielsweise Ballett oder Chor, und betätigt nicht nur die Wecker in den betreffenden Räumen, sondern auch Signaltafeln an verschiedenen Stellen im Bühnenhaus. Diese Unterteilung des Personals in einzelne Gruppen ist weitgehend durchgeführt im Kantinenruf. Die Signale, die zur Kantine gegeben werden, betätigen Wecker und erscheinen gleichzeitig auf einer Lichttafel zur Bezeichnung der betreffenden Gruppe, die gerade gerufen wird.

Signalanlagen für Sonderzwecke ergänzen diesen Signaldienst. Für die Hinterbühne wurde eine besondere Signalanlage für das Kuppelfahren, Heben und Senken eingerichtet. Bei dieser Anlage arbeiten drei Geber, die an verschiedenen Stellen der Bühne angebracht sind, auf eine fünfteilige Lichttafel. Im ersten Rang wurde ein Beobachtungsplatz für das Bühnenbild vorgesehen und durch eine Signalanlage mit der Reglerbühne verbunden. Der 64teilige Geber ermöglicht es, durch Signale sehr eingehende Anweisungen zu geben. Jeder Bezeichnung in der Tafel Abb. 3 ist eine Taste zugeordnet, so daß man eingehende Anweisungen zusammenstellen kann, etwa so: „Kassette 10 langsam rot“. Die Signale erscheinen auf der Reglerbühne in Lichtschrift und werden hier abgestellt, wenn sie aufgefaßt worden sind (Abb. 4). Die Reglerbühne ihrerseits ist mit der Kassettenbrücke durch eine 36teilige Signalanlage verbunden, mit der in ähnlicher

Kassette	1	Mitte	dunkelblau
Vorbühne	2	K-Seite	grünblau
Fußrampe	3	S-Seite	hellblau
Oberlicht	4	vorn	dunkler Mond
Proszenium	5	hinten	heller Mond
Portal	6	oben	weiß
Szenerie	7	unten	gelb
Kuppel	8	heller	hellorange
Frontlampe	9	dunkler	dunkelorange
Horizontwagen	10	langsam	rot
Spielfläche	11	schnell	braun
Projektion	12	Achtung	laubgrün
Effekte	13	Halt	seegrün
Wolken	14	Aus	Vignette
Sterne	15	kleiner	Abdecken
Kerzen	16	größer	Verteiler

Abb. 3. Signale in der Anlage Beobachtungsplatz-Reglerbühne.

Weise spezifizierte Signale an die Beleuchter gegeben werden können. Die beiden Anlagen erleichtern wesentlich die Abstimmung des Bühnenbildes.

Zur Verbindung des Orchesters mit denjenigen Stellen der Bühne bzw. der Hinterbühne, von denen aus man den Dirigenten nicht sehen kann, dient eine als „elektrischer Taktgeber" bezeichnete Signalanlage. Am Dirigentenpult ist eine vierteilige Klaviatur mit eingebauten Kontakten angebracht (Abb. 5). Außerdem sind im Bühnenhaus noch Steckdosen für den Anschluß eines transportablen Gebers vorhanden. Die Taktempfänger, die teils fest eingebaut sind, teils wahlweise angeschlossen werden können, bestehen aus vierteiligen Lichttafeln, an denen entsprechend der Taktgabe Leuchtziffern erscheinen. Nach diesen Signalen leitet ein besonderer Dirigent den Chor.

Abb. 4. Reglerbühne.

Zur Anzeige der Vorhangstellung wurden am Platze des Inspizienten (siehe Abb. 1) und im Bühnenhaus Anzeigegeräte mit sinnbildlicher Darstellung als Vorhangstellungszeiger vorgesehen; sie ermöglichen es, die Vorhangstellungen, die für die einzelnen Bühnenbilder festgelegt sind, stets genau einzuhalten. Mit dem Vorhangantrieb ist als Geber ein Drehfeldsystem gekuppelt. Die bei den Drehungen des Ankers entstehenden Ausgleichströme wirken im Empfänger auf ein entsprechendes Drehfeldsystem und bringen dessen Anker mit dem Geberanker in die gleiche Stellung (Abb. 6). In den Empfängern des Vorhangstellungsanzeigers sind zwei derartige Systeme enthalten, die so geschaltet sind, daß sich die Anker gegenläufig drehen. Infolgedessen bewegen sich mittels Geradführung die Zeiger auf der Skala gegeneinander, so daß die Stellung des Vorhangs durch den Abstand der Zeiger sinnbildlich wiedergegeben wird.

Abb. 5. Elektrischer Taktgeber.

Für den zentralen Zeitdienst wurde eine elektrische Uhrenanlage nach dem Fortschaltsystem eingerichtet. Die Hauptuhr der Anlage ist mit einem selbsttätig wirkenden elektrischen Aufzug sowie mit einer Nachlaufeinrichtung ausgerüstet, die die angeschlossenen Nebenuhren, wenn die Impulsgabe in die Nebenlinien vorübergehend aussetzen sollte, selbsttätig so lange nachstellt, bis ihre Zeigerstellung wieder mit der Hauptuhr übereinstimmt. An diese Anlage ist eine neuartige Einrichtung zur Anzeige der Pausendauer angeschlossen. Sie dient dazu, dem Publikum in den Pausen laufend die Zeit anzuzeigen, die noch bis zum Beginn des nächsten Aktes bleibt. Für die Aufbauarbeiten kommt sie auch dem technischen Personal zustatten. Die Einrichtung beruht auf der Technik der Wendetafeln, wie sie zur Anzeige von Abfahrtzeiten und Stationen im Bahnbetrieb vielfach verwendet werden. In einer derartigen Wendetafel hat jedes System zehn beliebig einstellbare Meldeflächen. Eine Fläche besteht aus zwei Halbtafeln, von denen jeweils die eine umgeklappt wird. Die Rückseite dieser Hälfte bildet dann mit der Vorderseite der folgenden eine neue Meldefläche. Die Tafeln klappen stets in derselben Richtung um und können in endloser Folge geschaltet werden. Den Antrieb liefert ein kleiner Motor. Zur Einstellung dient ein Drehschalter als Geber. Wird er auf einen bestimmten Kontakt eingestellt, der etwa eine Zahl bezeichnen mag, so wird das System so lange betätigt, bis diese Zahl auf der Meldefläche erscheint.

Die Einrichtung zur Anzeige der Pausendauer im Deutschen Opernhaus besteht aus 11 Wendetafeln, die in den Foyers, auf den Gängen und im Bühnenhaus angebracht sind. Jede Tafel setzt sich aus zwei Systemen zusammen, so daß sie die Zahlen von 0 bis 99 anzeigen kann. Der Geber zur Einstellung der Pausendauer befindet sich auf dem Kommandopult der Bühnensignalanlage am Platze des ersten Inspizienten. Bei Beginn der Pause wird die vorgesehene Dauer eingestellt, und die Wendetafeln schalten sich dann von 99 rückwärts auf diese Dauer ein. Die weitere Rückschaltung wird von der elektrischen Uhrenanlage veranlaßt. Der Stromstoß, der in dieser Anlage jede Minute abgegeben wird, schaltet die Wendetafeln um eine Ziffer weiter zurück, bis in der Nullstellung die Weiterschaltung selbsttätig unterbrochen wird.

Abb. 6. Wirkungsweise des Vorhangstellungsanzeigers.

Den Signalanlagen treten nun aus den eingangs erwähnten Gründen Fernsprechanlagen an die Seite. Für die Inszenierungsarbeit wurden die wichtigsten technischen Stellen des Bühnenhauses, der Platz des Inspizienten, die Maschinengalerie, der Regler, das Bühnenportal, der Beleuchtungswagen, die Souffleuse, der Beobachtungsstand u. a. m. durch eine Bühnen-Fernsprechanlage verbunden, die von den übrigen Fernsprecheinrichtungen völlig getrennt ist. Damit man von jeder Sprechstelle jede andere ohne Rücksicht auf bestehende Verbindungen erreichen kann, wurde für diesen Zweck eine Hebel-Linienwähleranlage mit 20 Sprechstellen gewählt. Soweit es erforderlich war, sind die Sprechstellen mit optischem Anruf ausgerüstet, so daß die Anlage auch während der Vorstellungen benutzt werden kann. Für die Regieführung vom Parkett aus ist eine abdeckbare Anschlußstelle im Fußboden vorgesehen, an die eine Sprechstelle über eine

Sondersteckdose angeschlossen werden kann. Eine weitere 20teilige Linienwähleranlage verbindet den Platz des Inspizienten mit den Einzelgarderoben. In den Garderoben sind keine Sprechstellen, sondern Lautsprecher und Sondermikrophone eingebaut, so daß die Darsteller nur in den Raum hineinzusprechen brauchen, um einen Anruf zu beantworten (Abb. 7).

Abb. 7. Garderobenruf; Lautsprecher und Sondermikrophon in einer Garderobe.

Für den Amts-, Haus- und Nebenstellenverkehr war eine selbsttätige Haus-Fernsprechanlage mit 50 Anschlüssen vorhanden, die bereits 1924 eingebaut worden war. Der gute Betriebszustand, in dem sich diese Anlage noch befand, erlaubte es, sie weiter zu verwenden und durch einen Ausbau auf 10 Amtsleitungen und 100 Sprechstellen zu erweitern. Es zeigt sich indessen, daß auch dieser Ausbau noch nicht genügt, die starken Belastungen aufzunehmen, die dadurch entstehen, daß die Anfragen aus dem Publikum gerade in den Probenbetrieb und in die Geschäftszeit fallen. Deshalb wurde für die Stammsitzbüros und für die Kassen noch eine besondere Nebenstellenanlage mit fünf Amtsleitungen vorgesehen.

Für den Feuerschutz sind 250 selbsttätige Maximalmelder, die sich auf 20 Meldeschleifen verteilen, und 30 Druckknopfmelder im Deutschen Opernhaus angebracht. Für beide Meldearten ist eine gemeinsame Empfangstafel vorhanden (Abb. 8), die auf der Bühne aufgestellt ist, wo während der Vorstellung die Brandwache ihren Platz hat. Jede Meldeschleife wird durch zwei parallel geschaltete Glühlampen angezeigt. Die Meldeanlage ist mit der öffentlichen Feuermeldeanlage verbunden, und zwar werden durch Feuermeldungen in der Hausanlage zwei Melder in verschiedenen Schleifen der öffentlichen Meldeanlagen selbsttätig ausgelöst. Auf der Empfangstafel befindet sich auch ein Einschaltekontakt der Alarmanlage, die für den Hausalarm vorgesehen ist. Sechs weitere Kontakte sind über das Treppenhaus verteilt. Als Alarmgeräte dienen Motorkugelwecker, die mit Gleichstrom von 110 V aus der Notbeleuchtungsbatterie gespeist werden. Die Begehung des Hauses durch die Wächter während der Nachtzeit wird durch eine Wächterkontrollanlage überwacht, die mit einer selbsttätigen Alarmeinrichtung verbunden ist für den Fall, daß eine fällige Meldung längere Zeit ausbleibt.

Als Stromquellen für diese Fernmeldeanlagen dienen, soweit nicht, wie bereits erwähnt, Netzspeisung vorhanden ist, drei 24 V-Sammlerbatterien mit entsprechenden Reservebatterien für Wechselbetrieb. Als Ladegeräte werden Trockengleichrichter mit Schnellade-Kennlinie für 3 bzw. 12 A Ladestrom verwendet. Von diesen Batterien übernimmt die erste die Stromlieferung für die Fernsprechanlage, die zweite für die Feuermeldeanlage, die dritte für eine Anzahl Signalanlagen, die Uhrenanlage, die Pausendaueranzeige und die Signalanlage vom Beobachtungsstand zur Reglerbühne und von dieser zur Kassettenbrücke sowie für die Wächterkontrollanlage.

Bei der Installation dieser umfangreichen Fernmeldeanlagen in einem Gebäude von so weitläufiger und gleichzeitig so gedrängter Bauart, wie es ein großes Theater ist, traten die Vorteile besonders hervor, die die einheitliche Projektierung verschiedener Fernmeldeanlagen mit sich bringt. Sie bestehen in der Erhöhung der Betriebssicherheit, in der Anpassung der Anlagen aneinander sowie an vorhandene technische Einrichtungen, insbesondere an starkstromtechnische Anlagen und in einer wesentlichen Verminderung der Anlagekosten. Durch einheitliche Projektierung konnte auch unter den schwierigen Bedingungen, die hier vorlagen, eine günstige Netzgestaltung erreicht werden. Die Schwachstromleitungen wurden durchweg in Stahlrohr gelegt, einmal aus Gründen der Betriebssicherheit, dann aber auch, weil dadurch die Übersichtlichkeit der Netzgestaltung erhöht wird und die einzelnen Leitungen zugänglich bleiben. Gleichzeitig konnten die Relais und sonstigen Schaltmittel der Anlagen in staubdichten Schränken zentral vereinigt werden, so daß eine etwa nötige Überprüfung der einzelnen Stromkreise und überhaupt die Wartung der gesamten Anlagen wesentlich erleichtert wird.

Abb. 8. Zentraltafel der Feuermeldeeinrichtungen.

VDE-Vorschriften für Bühnenanlagen.

Von Dipl.-Ing. **Th. Teinert VDE,** Berlin.

621. 3. (083. 133)

Die Errichtung elektrischer Anlagen jeder Art unterliegt in allen Kulturländern besonderen Vorschriften. In Deutschland sind es die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die maßgebend und von den Behörden anerkannt die sachgemäße Anwendung der Elektrizität regeln.

Für die Errichtung von Anlagen, wie sie uns im täglichen Leben gegenübertreten, also solchen mit Spannungen unter 1000 V, sind die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S.1“ (VDE 0100) bindend.

Diese für alle Anlagen gültigen Vorschriften erfassen allgemeine Schutzmaßnahmen, Vorschriften für die Aufstellung elektrischer Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen, Ausführung und Anordnung der einzelnen Geräte und Schalter, Steckvorrichtungen, Stromsicherungen, Beleuchtungskörper usw. sowie Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen. Sie gelten naturgemäß auch für Errichtung und Ausführung von Anlagen in Theatern.

Wenn bei den allgemein gültigen Vorschriften die Sicherheit von Menschenleben und von Sachwerten der oberste Grundsatz ist, so erhält dieser bei der Errichtung von Theateranlagen erhöhte Bedeutung. Aus zwei Gründen waren Sonderbestimmungen für Theateranlagen notwendig. Einmal ist bei der Zusammendrängung großer Menschenmengen auf verhältnismäßig kleinem Raum nicht nur die unmittelbare Brandgefahr, sondern auch die durch nichtige Anlässe (z. B. plötzliche vollständige Dunkelheit) entstehende Panik auf jeden Fall zu vermeiden. Zum anderen ist die Beanspruchung der elektrischen Einrichtungen außerordentlich hoch, weil in Theatern, besonders im Bühnenraum, verhältnismäßig große Mengen elektrischer Energie, vornehmlich in Form von Licht, auf engem Raum zusammengedrängt, zugeführt und gebraucht werden und die dadurch notwendige Art der Anordnung die elektrischen Einrichtungen in besonders hohem Maße beansprucht. Diese Sonderbestimmungen sind in den §§ 38 und 39 von VDE 0100/1934 enthalten.

Mechanische Beschädigungen sowohl durch das betriebsmäßige Verlegen der Beleuchtungskörper selbst als auch durch den Auf- und Abbau des Bühnenbildes sind in viel höherem Maße zu befürchten als bei anderen Anlagen.

§ 38 von VDE 0100 enthält allgemeine Bestimmungen, die vornehmlich für die Installation innerhalb der Zuschauerräume, Flure, Treppenhäuser und Ausgänge gelten, während § 39 besondere Bestimmungen für das Bühnenhaus selbst gibt.

Eine der wichtigsten Vorschriften des § 38 ist die Beschränkung der Spannung auf höchstens 250 V gegen Erde für die eigentliche Gebrauchsspannung. Nur in den Fällen, in denen höhere Spannungen auf die Gebrauchsspannung umgeformt werden müssen, ist ein Überschreiten dieser Spannungsgrenze zulässig. Umspannstationen sind dann so anzuordnen, daß durch ihre Lage bei Bränden oder Explosionen Gefährdungen für die Zuschauer nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen sind. Sie sind daher tunlichst vom Hauptgebäude getrennt, zum mindesten aber nicht unter dem Hauptversammlungsraum, den Treppen oder den Ausgängen anzuordnen.

Für die Ausführung und Errichtung dieser Anlagen gelten die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S.2“ (VDE 0101).

Durch weitgehende Unterteilung der elektrischen Leitungsanlage in einzelne Gruppen wird verhindert, daß bei Störungen die ganze Anlage außer Betrieb gesetzt wird und vollkommene Dunkelheit eintreten kann. Außerdem ermöglicht die vorgeschriebene Ausführung der Abzweige in Zweileiteranlagen, deren Hauptzweige auf verschiedenen, räumlich möglichst weit getrennten Wegen den Verbrauchsgebieten zuzuführen sind, eine wenn auch eingeschränkte Beleuchtung bei ortbegrenzten Unfällen (örtlichen Bränden usw.) aufrecht zu erhalten.

In allen Räumen, die mehr als drei Lampen enthalten, in allen Fluren, Treppenhäusern und Ausgängen sind die Lampen an mindestens zwei getrennt gesicherte Zweigleitungen anzuschließen, um so in Fällen der Gefahr die notwendige Beleuchtung dieser Ausgangswege sicherzustellen.

Durch besondere Vorschriften für die Notbeleuchtung soll erreicht werden, daß selbst beim Ausfallen der gesamten Hauptbeleuchtung genügend Licht vorhanden ist, um die durch vollständige Dunkelheit zu befürchtende Panikstimmung zu vermeiden.

Die Sonderbestimmungen des § 39 für das Bühnenhaus nehmen vornehmlich Rücksicht auf die Eigenart des Bühnenbetriebes und den Schutz der Darsteller und des Bühnenpersonals. Daher wird eine Anordnung sämtlicher Schalttafeln und Bedienungselemente verlangt, die eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte in jedem Falle ausschließt; besondere Vorschriften werden über Querschnitt und mechanischen Schutz der zur Verlegung kommenden Leitungen gegeben u. a. m.

Für den Betrieb der gesamten Theateranlagen, zu denen auch ausgedehnte maschinelle Einrichtungen gehören, sind in jedem Fall die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ (VDE 0105) zu beachten. Vornehmlich wird hier auf eine regelmäßige Überwachung und ordnungsgemäße Instandhaltung der elektrischen Anlagen Wert zu legen sein. Der § 3 dieser Vorschriften „Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung“ ist in erhöhtem Maße zu beachten.

Neben diesen Vorschriften werden je nach Größe und Umfang des einzelnen Theaterbetriebes u. U. noch die

„Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte“ (VDE 0128), und die

„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.“ (VDE 0800)

zu beachten sein.

Alle diese Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind für die Errichtung und den Betrieb von Theateranlagen als bindend anerkannt und Bestandteil der einzelnen für diese Anlagen erlassenen Polizeiverordnungen. Werden sie in vollem Umfange eingehalten, so sind Gefahren für Leben und Sachwerte nach menschlichem Ermessen nicht zu erwarten.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Allgemeine Richtlinien für die Planung und Ausführung von Theater-Installationen.

Die Installation des Staatlichen Schauspielhauses zu Berlin.

Von **W. Siefert**, Berlin.

621. 3 : 725. 821

Bei der Planung und Ausführung einer Theaterinstallation sind die Sondervorschriften des VDE und die Baupolizeivorschriften und darüber hinaus die Installationsvorschriften des zuständigen Elektrizitätswerkes zu beachten. Da sich die letztgenannten Vorschriften in der Regel an die VDE-Vorschriften lehnen und außerdem örtlich verschieden sind, sollen sie hier unberücksichtigt bleiben.

Die Sondervorschriften des VDE[1]) sind in den §§ 38 und 39 VDE 0100 1934 enthalten, während die z. Z. gültigen Baupolizeivorschriften in der Polizeiverordnung über die Errichtung und den Betrieb elektrischer Anlagen vom 15. 2. 1935 niedergelegt sind. Ein eingehendes Studium der genannten Vorschriften ist unbedingt erforderlich, da andernfalls Fehlplanungen unvermeidlich sind.

Bei der gesamten elektrischen Anlage eines Theaters sei unterschieden zwischen der Stromversorgungsanlage, der Stromverteilung bis zu den Verteilungsschalttafeln und der Installation bis zu den Stromverbrauchern.

Stromversorgungsanlage.

Der Anschluß- und Benutzungswert eines Theaters hängt selbstverständlich nicht nur von der räumlichen Größe, sondern in der Hauptsache von den Forderungen ab, die an die Güte der Bühnenbeleuchtung gestellt werden. Damit man einen Begriff von den in Frage kommenden Leistungen erhält, sei erwähnt, daß ein Großstadttheater mit üblicher elektrischer Ausrüstung einen Anschlußwert in der Größenordnung von 1000 kW und hierbei einen Benutzungswert (gleichzeitige Belastung) von etwa 200 kW besitzt.

Für die Ausführung der Stromerzeugungsanlage müssen zunächst die zu wählende Betriebsspannung und Stromart festgelegt werden. Nach § 38, Absatz a der VDE-Vorschriften dürfen Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde verwendet werden. Nehmen wir an, daß die Anschlußmöglichkeit an ein Hochspannungsnetz besteht, würde man als Gebrauchsspannung 380/220 V Drehstrom mit geerdetem Nulleiter wählen. Die hierbei für die Glühlampen zur Verfügung stehende Wechselspannung von 220 V kann für den größten Teil der Bühnenleuchten verwendet werden. Eine Ausnahme bildet lediglich die sogenannte Effektbeleuchtung, die mit Bogenlampen arbeitet und mit Gleichspannung von 110 V gespeist wird. Da für die Effektbeleuchtung in der Regel besondere Stromkreise installiert werden, läßt sich eine Trennung dieser Beleuchtung und besondere Speisung ohne Schwierigkeiten durchführen. Zur Erzeugung der erforderlichen Gleichspannung von 110 V kann zweckmäßigerweise ein Gleichrichter verwendet werden.

Die Hochspannungsstation würde in folgenden Einheiten zu unterteilen sein:

1. Zwei Transformatoren für die Versorgung der gesamten Drehstrombeleuchtung auf der Bühne und im Zuschauerraume einschließlich des Gleichrichters.
2. Ein Transformator für die Kraftstromverbraucher und gegebenenfalls vorhandene Kocheinrichtungen.

Für Licht und Kraft sind getrennte Transformatoren zweckmäßig, damit Spannungsschwankungen, durch das direkte Einschalten von Fahrstuhlmotoren und Antriebsmotoren für Drehbühne usw. hervorgerufen, auf das Kraftnetz beschränkt bleiben. Durch einen Kupplungsschalter muß aber die Möglichkeit eines Parallelbetriebes mit den Lichttransformatoren gegeben sein.

[1]) Siehe S. 566 dieses Heftes.

Die Unterteilung der Lichttransformatoren in zwei Einheiten geschieht einmal aus Gründen der Betriebssicherheit und zum anderen, um während der Betriebspausen nur eine möglichst kleine Transformatoreneinheit eingeschaltet zu lassen und damit Leerlaufverluste zu ersparen.

Nach den Polizeivorschriften müssen Umspann- und Schalträume für Anlagen zum Anschluß an ein Elektrizitätswerk grundsätzlich in einem besonderen Bauwerk im Freien untergebracht werden. Die Genehmigung zur Unterbringung der Station im Theater selbst hängt von der Einhaltung besonderer baulicher Bedingungen ab. Empfehlenswert ist es, in diesem Fall luftgekühlte Trockentransformatoren und öllose Hochspannungsschalter zu verwenden, um jede Explosions- und Feuergefahr auszuschließen und damit die Gründe für das Verbot der Unterbringung der Station im Hauptgebäude hinfällig zu machen.

Der Anschluß an ein Drehstrom- oder Gleichstrom-Niederspannungsnetz kommt nur für kleine Theater mit geringem Anschlußwert in Frage.

Stromverteilung.

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebene Stromversorgungsanlage ist das Herz der elektrischen Installation. Das Gehirn, das geistige Zentrum der Theaterbeleuchtung ist der Beleuchterraum. Von hier werden sämtliche Beleuchtungsvorgänge geleitet. Nach Möglichkeit sind darum an dieser Stelle auch alle wichtigen Schalter und Sicherungen unterzubringen. Mit Rücksicht auf den Umfang der Stromkreise läßt sich bei größeren Theater-Installationen diese Forderung nicht durchführen. Auf jeden Fall muß danach gestrebt werden, alle Verteilungstafeln für die Bühnenbeleuchtung zumindest in der Nähe des Beleuchterraumes unterzubringen, auch wenn sich hierbei eine etwas ungünstige Leitungsführung ergibt.

Entsprechend der Unterteilung der Bühnenbeleuchtung in die Hauptbühnenbeleuchtung, Vorbühnenbeleuchtung, bewegliche Bühnenbeleuchtungskörper im Anschluß an Versatzsteckdosen und Effektbeleuchtung werden auch die Schalttafeln gruppiert.

Mit Ausnahme der Effektbeleuchtung wird die Helligkeit sämtlicher Bühnenleuchten von dem Beleuchterraum geregelt. Hierzu dient der Bühnenregler, der so viel Hebel besitzt, als Stromkreise gesteuert werden sollen. Steht für die Beleuchtung, wie bei den ersten Ausführungen angenommen, Drehstrom zur Verfügung, werden für die Regelung der Lampenspannung Regeltransformatoren verwendet, die durch Seilzüge von dem erwähnten Bühnenregler verstellt werden. Wenn für die Stromversorgung nur Gleichspannung vorhanden ist, werden Regelwiderstände mit Kontaktbahn den Lampenstromkreisen vorgeschaltet und gleichfalls durch Seilzüge vom Bühnenregler bedient. Diese Art der Spannungsreglung ist unwirtschaftlich, da die Spannung im Widerstand vernichtet wird. Ist nur Gleichspannung vorhanden, besteht jedoch keine andere Regelmöglichkeit.

Die Hebel des Bühnenreglers sind in drei oder vier Reihen übereinander angeordnet. Jede Reihe entspricht einer der drei bis vier verwendeten Grundfarben in der Theaterbeleuchtung: rot, weiß, grün und gelb.

Für jedes Bühnenbild wird in der Beleuchtungsprobe die Stellung der Reglerhebel festgelegt und in ein sogenanntes Szenarium eingetragen. Nach diesem Szenarium

kann dann die Beleuchtung während des Bildwechsels schnell eingeregelt werden.

Die Sicherungen auf den Verteilungstafeln sind in der gleichen Reihenfolge anzuordnen, wie die Hebel des Bühnenreglers. Wie dieser, sind die Stromkreise entsprechend den Farben der Bühnenbeleuchtung in drei bis vier Reihen untereinander zu montieren und gut erkennbar zu bezeichnen.

Die Verteilung für die Beleuchtung des Zuschauerhauses und der übrigen Räume muß außerhalb des eigentlichen Bühnenhauses untergebracht werden. Auch dürfen die Zuführungskabel zu diesen Tafeln und die Ableitungen nicht durch das Bühnenhaus geführt werden. Diese aus feuerpolizeilichen Gründen erlassene Vorschrift ist äußerst wichtig und muß unbedingt eingehalten werden.

Die Stromkreise für die Motoren der Bühne und der Fahrstühle werden am besten zentral auf einer Schalttafel angeordnet, die, wie die Lichtverteilungstafeln für die Bühnenbeleuchtung, in der Nähe der Beleuchterloge unterzubringen ist.

Sämtliche Schalttafeln sind so aufzustellen und zu schützen, daß eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte ausgeschlossen ist.

Installation bis zu den Stromverbrauchern.

Die von den Verteilungsschalttafeln zu den Bühnen-Beleuchtungskörpern führenden Leitungen müssen so verlegt werden, daß sie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind. In der Regel genügen normale Isolierrohre mit verbleitem Eisenmantel. An gefährdeten Stellen sind Schutzverkleidungen anzubringen oder Stahlrohr bzw. Peschelrohr zu verlegen.

Bei den mit Wechselstrom gespeisten Leitungen müssen bei Verlegung von Installationsrohr aus Eisen oder mit Eisenmantel die zu einem Stromkreis gehörenden Leitungen in einem gemeinsamen Rohr geführt werden, da sonst unzulässige Erwärmung und Verluste durch Induktionsströme in der Eisenumhüllung auftreten. Außerdem treten Schwingungen auf, die einen brummenden Ton erzeugen, wie von Transformatoren her bekannt. Dieses Störgeräusch ist für ein Theater selbstverständlich vollkommen untragbar. Lassen sich die zu einem Stromkreis gehörenden Drähte nicht in einem Rohr unterbringen, weil der erforderliche Leitungsquerschnitt zu groß ist, muß Isolierrohr mit Messingmantel gewählt werden.

Bei Zuleitungen zu Beleuchtungskörpern mit mehreren Farbstromkreisen kann von der Verlegung getrennter Stromkreise für jede Farbe mit je einer Hin- und Rückleitung, wie bei jeder anderen Installation gefordert, abgesehen werden. Für alle Farben genügt eine gemeinsame Rückleitung. Der Querschnitt dieser gemeinschaftlichen Rückleitung muß der höchstmöglichen Betriebsstromstärke angepaßt werden.

Die Spannung zwischen zwei Leitungen in e i n e m Beleuchtungskörper darf 250 V nicht überschreiten. Demnach ist bei einer Betriebsspannung von 380/220 V nicht zulässig, die verschiedenen Farben eines Beleuchtungskörpers auf die drei Phasen des Drehstromsystems zu verteilen.

Die Zuleitungen zu beweglichen Bühnenbeleuchtungskörpern müssen aus feindrähtigen Leitern bestehen und entsprechende elastische Umhüllungen besitzen. Dieser äußere Schutz gegen mechanische Beschädigungen darf nicht metallisch sein, da bei Beschädigung der Stromleiterisolierung sonst die Gefahr besteht, daß die metallene Umhüllung eine gefährliche Berührungsspannung annimmt.

Vor der Verlegung der Leitungen im Bühnenhaus muß der Leitungsweg zeichnerisch genau festgelegt werden. An den Steigepunkten ergibt sich eine Anhäufung von hundert und mehr Rohren. Werden diese Rohre nicht nach einem genau durchdachten Verteilungsplan verlegt, ergeben sich an den Abzweig- und Kreuzungsstellen unüberwindliche Schwierigkeiten. Die Rohrpakete müssen so geschichtet werden, daß die zuerst abzweigenden Leitungen zu oberst liegen und so fort.

Mit Rücksicht auf meistens schon während der Bauausführung geforderte Mehrinstallationen empfiehlt es sich, von vornherein auf den Hauptleitungswegen rd. 10 % mehr Rohre zu verlegen, als ursprünglich vorgesehen. Die Mehrkosten hierfür sind verschwindend gering. Eine spätere Nachverlegung von Rohren an diesen Stellen läßt sich meistens schlecht durchführen und wird stets als Nachinstallation erkennbar sein und das Bild der Anlage ungünstig beeinflussen. Auch die Leitungsquerschnitte sind aus den gleichen Gründen für mindestens 25 % Erweiterung zu wählen.

Für die Installation des Zuschauerhauses, der Garderobenräume und der übrigen Nebenräume gelten die üblichen Installationsvorschriften. Die Rohre werden am besten unter Putz verlegt.

Bei den, den Zuschauern zugänglichen Räumen handelt es sich hauptsächlich um festliche Räume, bei welchen die Beleuchtung nicht nur ihre Hauptaufgabe, nämlich Schaffung der erforderlichen Helligkeit erfüllen soll, sondern auch durch ihre Güte und Einfügung in den künstlerischen Rahmen der Räume mit zur festlichen Stimmung beitragen muß.

Hinsichtlich der Bemessung der Helligkeit ist zu empfehlen, diese von der Vorhalle ab bis zum Zuschauerraum zu steigern, damit man nicht etwa abwechselnd in hellere und dunklere Räume gelangt.

Über die Sicherheitsbeleuchtung eines Theaters seien kurz folgende Angaben gemacht:

Die Baupolizei fordert eine Notbeleuchtung, eine Sonderbeleuchtung und eine Panikbeleuchtung.

Für die Notbeleuchtung muß eine Akkumulatorenbatterie zur Verfügung stehen, die nach voller Aufladung sämtliche Notleuchten gleichzeitig mindestens fünf Stunden lang versorgen kann. Gewöhnlich sollen die Notlampen vom Netz brennen und sich bei Ausbleiben dieser Netzspannung auf die Notlichtbatterie umschalten. Die Leuchten der Notbeleuchtungsanlage dürfen einzeln nicht abschaltbar sein.

Jeder Notbeleuchtungsstromkreis darf nicht mehr als 12 Lampen erhalten und höchstens mit 4 A belastet werden.

Die Sonderbeleuchtung ist ein Teil der Hauptbeleuchtung des Zuschauerraumes, der jedoch unabhängig von der Hauptbeleuchtung von zwei Stellen aus innerhalb und außerhalb des Zuschauerraumes einschaltbar sein muß. Gespeist wird diese Sonderbeleuchtung von dem Lichtnetz. Der Stromkreis hierfür muß jedoch vor der Hauptsicherung der Allgemeinbeleuchtung abgezweigt werden.

Die Panikbeleuchtung, die für Theater mit mehr als 400 Plätzen vorgeschrieben ist, bildet ähnlich der Sonderbeleuchtung einen Teil der Hauptbeleuchtung. Jedoch wird für ihre Speisung eine unabhängige Stromquelle gefordert, ausreichend für eine Brenndauer von mindestens einer Stunde. In der Regel werden die Paniklampen mit an die Notbeleuchtungsbatterie angeschlossen. Diese ist dann so zu bemessen, daß sämtliche Notleuchten einschließlich der Paniklampen ununterbrochen drei Stunden lang brennen können.

Für die Einschaltung der Panikbeleuchtung sind mindestens zwei Schalter anzuordnen, die nicht in Wechselschaltung, sondern parallel geschaltet sein müssen. Die einmal vorgenommene Einschaltung soll nicht von anderer Seite wieder aufgehoben werden können. Bei Ausbleiben der Netzspannung für die Beleuchtung der Bühne und des gesamten Zuschauerhauses soll sich die Panikbeleuchtung selbsttätig einschalten.

Die Sonder- und Panikbeleuchtung können auch in einer Beleuchtung vereinigt werden. In diesem Fall muß die eine Beleuchtungsart die Bedingungen beider Beleuchtungen erfüllen.

Abschließend sei nochmals hervorgehoben, daß die Erreichung einer größtmöglichen Betriebssicherheit oberstes Gesetz für alle Anlageteile sein muß. Soweit irgend durchführbar, müssen Parallel- und Reserveanschlüsse geschaffen werden. Insbesondere gilt das für die motorischen Antriebe der für die Fortsetzung der Vorstellung unbedingt

V	Versatz	*T*	Tagesstrom	*G*	Gallerieanschlüsse	*UR*	umschaltbare Rampe	*HU*	Horizontbeleuchtung, umschaltbar
E	Effektbeleuchtung	*KVo*	kleiner Versatz oben	*DV*	Drehbühnenversatz	*PV*	Portalversatz	*OL*	Oberlichtversatz
V 7,5 Volt	Versatz 7,5 V	*KVu*	„ „ unten	*ZR*	Zusatzrampe				

Abb. 1. Anschlußstellen der Beleuchtungskörper im Staatlichen Schauspielhaus zu Berlin.

notwendigen Bühnenteile, wie Drehbühnenantrieb und Versenkungen.

Störungen, die in gewöhnlichen Betrieben kaum beachtet werden oder nachteilige Folgen haben, bedeuten in einem Theater oft eine Verzögerung oder gar eine Unterbrechung der Vorstellung. Daß jede Vorstellung der öffentlichen Kritik unterliegt, mag als Hinweis genügen, welche große Wirkung eine kleine Ursache haben kann, abgesehen von dem finanziellen Schaden, den eine Absage einer Vorstellung bringt.

Die Installation des Staatlichen Schauspielhauses.

Als Beispiel für die aufgezeigten Richtlinien seien nachstehend Ausführungen über einige interessant erscheinende Anlageteile der elektrischen Installation des Staatlichen Schauspielhauses in Berlin, am Gendarmenmarkt gemacht.

Für die Stromversorgung des Staatlichen Schauspielhauses ist eine Transformatorenstation mit einer Gesamtleistung von etwa 750 kVA erstellt. Diese Leistung verteilt sich auf vier Transformatoren, von denen der eine Transformator als Reserve dient. Als Betriebsspannung für die Beleuchtungsanlage für die eigentliche Bühnenbeleuchtung und für das Zuschauerhaus mit Nebenräumen wurde Drehstrom 200/115 V gewählt. Für die Erzeugung der für die Effektbeleuchtung erforderlichen Gleichspannung ist ein Gleichrichter für eine Stromstärke von 700 A und eine Betriebsspannung von 2 · 115 V aufgestellt. Diese Gleichstromleistung von etwa 160 kW ist in der oben angegebenen Transformatorenleistung enthalten. Für Kraft wurde ein besonderer Transformator mit einer Betriebsspannung von 400/231 V aufgestellt.

Außer dieser Stromversorgung des Schauspielhauses durch die beschriebene Transformatorenstation besteht ein Anschluß an die in der Nähe des Opernhauses Unter den Linden vorhandene Umformerstation mit einer Gleichspannung von 2 · 115 V.

In dieser Station steht außerdem eine Batterie mit großer Kapazität für Reservestromversorgung zur Verfügung.

Die Transformatorenstation ist in einem Kellerraum unter der Freitreppe, also innerhalb des Theaters angeordnet. Die Genehmigung hierzu wurde von der Baupolizei gegeben, da Trockentransformatoren, öllose Hochspannungsschalter und masselose Stromwandler zur Aufstellung gelangten. Die Gefahr von Schalterexplosionen und Ölbränden ist durch diese Maßnahme vermieden.

Von der Transformatorenstation wird die gesamte Leistung zu einer Hauptverteilungsschalttafel geführt, die in der Nähe der Bühne aufgestellt wurde. Von dieser Tafel verteilt sich die Energie, nach Beleuchtungsarten geordnet, auf die Unterverteilungstafeln in der Nähe der Beleuchterloge im Sinne der eingangs gegebenen Richtlinien.

Die gesamte Bühnenbeleuchtung ist unterteilt in

1. Horizont- und Oberlichtbeleuchtung,
2. Vorbühnenbeleuchtung,
3. Effektbeleuchtung und
4. Versatzbeleuchtung.

Die unter 1. und 2. genannten Beleuchtungsgruppen werden normalerweise vom Drehstromnetz versorgt, während die unter 3. und 4. genannten Beleuchtungsarten an das Gleichstromnetz, und zwar wahlweise an das Netz des Gleichrichters und an das Netz des Umformers, angeschlossen werden.

Für jede der genannten Beleuchtungsarten ist ein Fernschalter eingebaut. In der Beleuchterloge befindet sich eine Druckknopftafel, die eine gemeinsame Ferneinund -ausschaltung der gesamten Bühnenbeleuchtung durch diese Fernschalter ermöglicht. Da es bei verschiedenen Bühnenbildern notwendig ist, daß einzelne Bühnenbeleuchtungskörper im Anschluß an die Versatzsteckdosen auch bei allgemeiner Abschaltung der Bühnenbeleuchtung eingeschaltet bleiben müssen, kann dieser Fernschalter nach Betätigen eines entsprechenden Umschalters getrennt gesteuert werden.

Bei Ausbleiben der Drehstromspannung schaltet sich die Vorbühnenbeleuchtung, also der unter 2. genannte Fernschalter, selbsttätig von Drehstrom auf das Umformernetz um, während die Horizont- und Oberlichtbeleuchtung, unter 1. genannt, von Hand auf Gleichstrom umgeschaltet werden kann. Von einer selbsttätigen Umschaltung auch dieser Beleuchtung wurde abgesehen, um eine plötzliche Überlastung der Umformer und damit ein Herausfallen dieser Station infolge der Überlastung zu verhindern.

Durch entsprechende Anordnung von Steuerrelais mußte dafür gesorgt werden, daß die selbsttätige Umschaltung der Bühnenbeleuchtung nur dann erfolgt, wenn von der Beleuchterloge aus der Einschaltbefehl für die Einschaltung der Vorbühnenbeleuchtung durch Betätigen des entsprechenden Druckknopfes gegeben war. Sonst könnte der Fall eintreten, daß sich die Vorbühnenbeleuchtung bei verdunkelter Bühne, wenn zu diesem Zeitpunkt die Drehstromspannung ausbliebe, durch die vorgesehene selbsttätige Umschaltung einschaltete.

Auf der, auf der Vorseite perspektivisch dargestellten Bühne (Abb. 1) sind die festangeschlossenen Bühnenbeleuchtungskörper und die Anschlüsse für die beweglichen Bühnenbeleuchtungskörper eingetragen. Die Zeichnung gibt ein Bild über die große Anzahl der erforderlichen Auslässe.

Die bei den einzelnen Auslässen angegebenen Bezeichnungen bedeuten

V Versatzsteckdosen für den Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper,

E Steckdosenanschlüsse für die Effektbeleuchtung,

V 7,5 Volt Versatzsteckdosen mit einer Betriebsspannung von etwa 7,5 V, zum Anschluß von beweglichen Beleuchtungskörpern mit Kleinspannung,

T normale Steckdosen, die direkt an das Wechselstromnetz angeschlossen sind, sogenannter Tagesstrom, die nicht, wie die vorerwähnten Auslässe, über die durch das Bühnenstellwerk gesteuerten Regelwiderstände gehen.

Die Auslässe mit den übrigen Bezeichnungen sind gleichfalls Steckdosen zum Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper. Ihre Bezeichnung ist durch die besondere Art der Verwendung gegeben.

Die Hebel des Bühnenstellwerkes tragen die gleichen Bezeichnungen wie in der Abbildung angegeben, so daß der Beleuchter an Hand der Zeichnung Klarheit hat, welche Auslässe von jedem Stellwerkhebel geregelt werden.

Die Art der festangeschlossenen Bühnenbeleuchtungskörper ist in das Bühnenbild eingetragen und am Stellwerk entsprechend gekennzeichnet.

Die Sicherungen für die beweglichen und festen Bühnenauslässe sind auf Verteilungstafeln zusammengefaßt, auf diesen Tafeln farbenweise geordnet und in der gleichen Art wie in der Bühnenzeichnung und am Stellwerk übersichtlich beschriftet.

Erwähnt sei noch, daß auch die Beleuchtung für den Zuschauerraum von der Beleuchterloge aus über Verdunkelungswiderstände ein- und ausgeschaltet wird. Da bei geschlossenem Vorhang der Schaltzustand der Zuschauerhausbeleuchtung nicht übersehen werden kann, sind entsprechende Signallampen angeordnet.

Für den Antrieb der Drehbühne und der auf der Drehbühne befindlichen sechs Versenkungen sind Gleichstrommotoren eingebaut, die von Leonard-Generatoren gespeist werden. Da die Gleichspannung der Leonard-Generatoren zwischen Remanenzspannung und der vollen Betriebsspannung durch entsprechend ausgelegte Regler sehr feinstufig geregelt werden kann, ist eine sehr feinfühlige Regelung der Drehzahl der genannten Antriebsmotoren möglich.

Für die in Frage kommenden sieben Motoren der Drehbühne und ihrer Versenkungen sind drei Leonard-Sätze mit zusammen fünf Generatoren aufgestellt. Die Zuleitungen von den Generatoren gehen zunächst zu für jeden Antriebsmotor vorgesehenen Wahlschaltern. Mit Hilfe dieser Wahlschalter kann jeder der fünf Generatoren auf jeden der

sieben Antriebsmotoren geschaltet werden. Dadurch ist einmal eine große Reserve bei Versagen eines der Leonard-Generatoren geschaffen und zum anderen eine weitgehende Ausnutzungsmöglichkeit der zur Verfügung stehenden Generatoren gegeben. Werden in einer Vorstellung gleichzeitig nur ein bis zwei der Antriebsmotoren benötigt, brauchen nicht alle Leonard-Sätze in Betrieb sein, so daß auch in diesem Falle ein wirtschaftliches Arbeiten der Anlage möglich ist.

Über jedem Wahlschalter sind Signallampen angeordnet, die anzeigen, welcher der fünf Leonard-Generatoren zur Zeit für einen bestimmten Antriebsmotor benutzt wird. Eine gleichzeitige Benutzung eines Generators durch zwei Antriebsmotoren und eine dadurch falsche Regelung der Drehzahl wird damit verhindert.

Auch für die Steuerung der Beleuchtungsbrücke, die zur Anpassung an den erforderlichen Bühnenausschnitt nach oben und nach unten gefahren werden kann, und für den Stoffvorhang sind Gleichstrommotoren verwendet, für deren Speisung ein weiterer Leonard-Satz zur Verfügung steht.

Um eine Störung der Vorstellung durch Maschinengeräusche zu vermeiden, sind die Leonard-Sätze in einem besonderen Raum außerhalb des Bühnenhauses aufgestellt. Sämtliche Antriebsmotoren stehen auf der Sohle der Bühne und sind besonders geräuschlos mit vergrößertem Luftspalt und Gleitlagern ausgeführt.

Für die Stromzuführung von der festen Bühne auf die Drehbühne zum Anschluß der auf der Drehbühne befindlichen sechs Versenkungsmotoren dient ein auf der Achse der Drehbühne angeordneter Schleifringkörper mit den Schleifringen für die Generatorenleitungen, die Erregerleitungen und die Steuerleitungen.

Für den Antrieb der übrigen Bühnenmotoren und für die Fahrstühle wurden grundsätzlich Drehstrommotoren eingebaut, soweit nicht bei einem kleinen Teil Gleichstromantriebe aus vorhandenen Beständen übernommen wurden.

Sämtliche Motoren sind durch Motorschutzschalter mit dreiphasiger thermischer und dreiphasiger magnetischer Überstromauslösung geschützt.

Die elektrische Zentrale für die Versorgung der Sicherheitsbeleuchtung befindet sich in einem von der Transformatorenstation und den übrigen Schaltanlagen vollkommen getrennten Raum. Die eigentliche Notbeleuchtung wird normalerweise vom Drehstromnetz gespeist. Bei Ausbleiben dieser Spannung schaltet sie sich selbsttätig auf die Batterie um. Die ferner von der Baupolizei geforderte Sonder- und Panikbeleuchtung wurde zu einer gemeinsamen Beleuchtung zusammengefaßt, die die Forderungen beider Beleuchtungsarten erfüllt. Sie schaltet sich selbsttätig erst bei Ausbleiben der Drehstromspannung u n d der Gleichspannung ein. Eine selbsttätige Einschaltung bei Ausbleiben nur einer dieser Spannungen ist nicht erforderlich, da sich der Teil der Allgemeinbeleuchtung, der für die Vermeidung einer Panik notwendig ist, selbsttätig bei Ausbleiben der einen Stromquelle auf die andere Stromquelle umschaltet.

Die gesamte Anordnung und alle Einzelheiten für die Ausführung der vorstehend kurz beschriebenen elektrischen Anlage im Staatlichen Schauspielhaus wurden von dem technischen Direktor der Preußischen Staatstheater, Herrn Rudolf K l e i n , angegeben.

Die neue Bühnen-Regel- und Schaltanlage im Neuen Theater in Leipzig.

621. 316. 7 : 792. 04

Das Neue Theater in Leipzig, das in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts erbaut wurde, genügte hinsichtlich seiner baulichen und bühnentechnischen Einrichtungen in keiner Weise mehr den Ansprüchen, die man heute an eine Theateranlage in bezug auf Feuersicherheit und Technik stellt. Ein Umbau in mehreren Bauabschnitten wurde vom Rat der Stadt Leipzig beschlossen. Der erste Abschnitt gelangte im Sommer 1935 zur Ausführung[1]). Gleichzeitig wurde der Anschluß der elektrischen Einrichtungen an das städtische Drehstrom-Hochspannungskabel durchgeführt und im Theater eine Hochspannungsstation eingerichtet, bestehend aus drei Transformatoren zu 550, 500 und 50 kVA Leistung, 10 000/380/220 V.

Der Drehstromanschluß wurde gewählt, um die neuzeitliche Regelung durch Bühnen-Regeltransformatoren System Bordoni für die Bühnenbeleuchtungsanlage nutzbar machen zu können, die in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht wesentliche Vorteile gegenüber den bisher gebräuchlichen Bühnenwiderständen bietet. Sie gestattet eine von der Belastung unabhängige, praktisch verlustlose und damit stromsparende Regelung der einzelnen Beleuchtungsstromkreise. Die Regelanlage besteht aus einem fünfreihigen Bühnenstellwerk mit 5 × 40 Hebeln für zwei Laufrichtungen, fünf Gleichstrommotoren für den elektromotorischen Einzelantrieb jeder Reihe, einem Leonard-Satz für die Geschwindigkeitsregelung jedes Antriebsmotors und fünf Drehstrom-Bühnen-Regeltransformatoren System Bordoni.

Das Bühnenstellwerk (Abb. 1) ist das erste fünfreihige Stellwerk dieser Größe. Mit ihm wird das Fünffarben-Beleuchtungssystem erstmalig, d. h. ohne wechselweise Umschaltung einzelner Farben untereinander, durchgeführt, indem die Hebel einer Welle für die Betätigung der Stromkreise einer der fünf Farben, rot, weiß, blau, gelb, grün, benutzt werden. Die Hebel des Stellwerks können mit ihrer Welle so gekuppelt werden, daß sie sich entweder im gleichen oder im entgegengesetzten Drehsinn der Welle bewegen. Auf diese Weise lassen sich beliebige Stromkreise einer Hebelreihe erhellen und andere derselben gleichzeitig verdunkeln. Die fünf Antriebsmotoren sind oberhalb des Stellwerks angeordnet. Die geräuscharm ausgeführten Motoren sind schwingungsisoliert aufgestellt. Die Bewegungsübertragung erfolgt durch eine Rollenkette. Jeder Motor kann durch einen Handhebel mit der von ihm angetriebenen Welle direkt oder durch Einschalten eines Zwischenvorgeleges gekuppelt werden[2]). Auf der rechten Stellwerksseite sind für Handbetrieb jeder Welle ein Handrad und eine Feinregelung in bekannter Weise vorgesehen. Außer der mechanischen Einstellung des Antriebes für zwei Geschwindigkeiten (Grob- und Feinregelung) läßt sich die Umdrehungszahl der Antriebsmotoren auf elektrischem Wege durch den Leonard-Satz in weiten Grenzen feinstufig regeln. Mit diesen Einrichtungen kann die Zeit für den halbkreisförmigen Weg des Regelhebels, also von voller Helligkeit bis zur gänzlichen Verdunkelung oder umgekehrt, von 2 s bis etwa 12 min verlängert werden.

Abb. 1. Fünfreihiges Bühnenstellwerk.

[1]) J o h a n n s m e y e r, Siemens-Z. 16 (1936) S. 159.

[2]) DRP 444 594.

Die fünf Bühnen-Regeltransformatoren System Bordoni sind in der Unterbühne in drei Stockwerken untergebracht. Bei jedem Transformator sind die Regelschlitten mit den Hebeln derselben Reihe des Stellwerks verbunden, so daß jeder Hebelreihe ein dazugehöriger Transformator entspricht, er ist also zur Lichtregelung einer Lampengruppe des Fünffarbensystems bestimmt. Er ist ferner durch einen Fernschalter mit Signaleinrichtung von der Beleuchterloge aus schaltbar, so daß plötzliche Änderungen in der Beleuchtung vorgenommen werden können.

Der motorische Antrieb hat den Vorteil, daß der Beleuchter zunächst körperlich entlastet wird und sich den Vorgängen auf der Bühne mehr widmen kann. Er braucht nicht mehr einzelne Hebel mit der Hand oder Gruppen von Hebeln durch das Handrad oder die Feinregelung zu betätigen, sondern nur die Hebel, die für den Regelvorgang gebraucht werden, im gegebenen Augenblick mit der motorisch bewegten Welle zu kuppeln. Das ist mit einigen schnell ausführbaren Handgriffen geschehen, der motorische Antrieb besorgt die Bewegung und damit den dem Spiel angepaßten Beleuchtungsvorgang. Unterdessen kann der Beleuchter, ohne Ablenkung durch andere Tätigkeit, wieder die szenischen Vorgänge beobachten und auf das Stichwort für den nächsten Lichtwechsel oder für einen wichtigen Lichtauftritt achten.

Die Schaltanlage besteht aus der Bühnen-Hauptschalttafel und einer Nebentafel sowie acht weiteren Schalttafeln. Alle Tafeln sind als Eisenblechtafeln ausgebildet. Die Bühnen-Hauptschalttafel und die Nebentafel sind in der Beleuchterloge untergebracht (Abb. 2), während die übrigen Schalttafeln, die als Sicherungs- und Schütztafeln dienen, in den Transformatorräumen in den verschiedenen Stockwerken der Unterbühne aufgestellt wurden. Auf ihnen sind die von den Regeltransformatoren abzweigenden Stromkreise gesichert und gleichzeitig die Schütze untergebracht. Bietet der vorerwähnte Fernschalter jedes Transformators auch die Handhabe, die von der gleichen Hebelwelle aus geregelten Lampen plötzlich ein- und auszuschalten, so ist dies nicht ausreichend, um alle jene feinen Farbzusammenstellungen der Bühnenbeleuchtungskunst zur Auswirkung zu bringen. Hierzu war es vielmehr nötig, noch weitergehende Unterteilungen vorzunehmen. Dies geschieht mit Hilfe der Schützensteuerung. Im Neuen Theater in Leipzig sind vier gleichartige Stromkreise über ein vierpoliges Schütz zu einem Steuerkreis zusammengefaßt. Alle Steuerkreise für Lampen gleicher Farbe haben einen einpoligen Schalter, den sog. Farbschalter, mit dem sie zusammen betätigt werden können. Den Fünffarbenschaltern ist ein einpoliger Hauptschalter vorgelegt, so daß also die gesamte Beleuchtungsanlage durch die Bewegung eines kleinen Hilfsschalters über die Schützen dunkel gemacht und wieder erhellt werden kann. Jeder Schützsteuerkreis besitzt jedoch noch einen einpoligen Umschalter, mit dem die betreffende Gruppe entweder mit der Schützensteuerung verbunden ist oder von ihr vollkommen abgelöst und untätig gemacht werden kann oder schließlich auf ein zweites Steuerschienensystem geschaltet wird, damit sie unbeeinflußt von allen übrigen Schaltungen weiterleuchten können (Abb. 3).

Abb. 2. Beleuchterloge mit Haupt- und Nebenschalttafel.

Abb. 3. Die Fünffarbenschaltung des Neuen Theaters in Leipzig.

Sämtliche Verbindungsleitungen hinter den Schalttafeln sind, dem Fünffarbensystem entsprechend, als farbige Lackleitungen verlegt. Durch Einbau einer sog. Rangiertafel hinter der Bühnen-Hauptschalttafel werden Kreuzungen für die abgehenden Leitungen vermieden. Die Lackleitungen von den Sicherungstafeln der Regeltransformatoren kommen nach ihren Farben getrennt auf dieser Tafel an, werden hier geordnet und führen, nach dem Fünffarbensystem zusammengefaßt, zu den Beleuchtungskörpern. *Sb.*

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Das VDE-Haus am 1. Mai 1936.

Zusammen mit dem gesamten deutschen Volk gab auch die Gefolgschaft des VDE am 1. Mai ihrer Teilnahme am Nationalen Feiertag durch Schmückung des VDE-Hauses besonderen, sichtbaren Ausdruck. Durch seine Lage neben dem Deutschen Opernhaus, in dem die Festsitzung der Reichskulturkammer abgehalten wurde, befand sich das VDE-Haus in einem der Brennpunkte der in Berlin an diesem Tage stattfindenden Feierlichkeiten. Vom Opernhaus nahm die Triumphfahrt des Führers durch die Bismarckstraße ihren Ausgang; längs der Straße bildeten Hunderttausende von Volksgenossen Spalier. Lautsprecher, die längs des Straßenzuges verteilt waren, übermittelten die Ansprachen; zwischendurch sorgten die Musikkapellen der aufmarschierten Betriebe und Verbände für Unterhaltung. Die beistehende Aufnahme wurde am Morgen noch vor der Vorbeifahrt des Führers gemacht. Tannengrün und Fahnen gaben dem VDE-Haus ein festliches Gepräge. Die Gefolgschaftsangehörigen des VDE, die sich sämtlich an der Schmückung beteiligt hatten, konnten von den Fenstern und vom Dach des Hauses aus an der Veranstaltung teilnehmen und ihren Führer grüßen.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarcksr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung.

Fachgruppe: Elektrische Bahnen.

Fachgruppenleiter: Professor Dr.-Ing. P. Müller VDE

Vortrag

des Herrn Prokurist Dipl.-Ing. F. Finck VDE am Dienstag, dem 19. Mai 1936, um 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Technische Vorbereitungen der BVG zur Bedienung des Olympiaverkehrs".

Inhaltsangabe:

Anlagen der Stromerzeugung und Stromverteilung.
Bahnanlagen.
Betriebsmittel und Betriebseinrichtungen.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Sommerausflug mit Damen.

Unser diesjähriger Sommerausflug mit Damen findet am 6. Juni 1936 statt und führt über die neue Reichsautobahn in die Schorfheide. Einzelheiten werden rechtzeitig in unseren Mitteilungen und in der ETZ bekanntgegeben.

Wir bitten aber schon jetzt um Vormerkung des Termins.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstr. 39, Fernruf A 2 0047.

15. 5. 1936 „Grundzüge des modernen Schaltanlagenbaus" (Vortragender: Oberingenieur Sihler).

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141.

18. 5 .1936 „Fabrikation von Starkstrom-Kabeln" Fortsetzung (Vortragender: Ingenieur Stein).

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Dipl.-Ing. K. Wagner, Charlottenburg, Horstweg 4, Fernruf: C 4 0011 App. 3013.

19. 5. 1936 „Isolierstoffe, III. Vortrag, chemisch-physikalische Eigenschaften" (Vortragender: Ingenieur G. Pohler).

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. F. Hauffe VDE, Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernruf: D 9 2101.

20. 5. 1936 „Elektronenbahnen in der Röntgenröhre" (Vortragender: Dipl.-Ing. Dosse).

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r., Fernruf: C 4 0011 App. 2631.

22. 5. 1936 „Die Auswahl von Niederspannungs-Schaltgeräten für Industrieanlagen", II. Teil (Vortragender: Dr. Denk).

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer.
Burghoff.

Gau Düsseldorf.

Herr Dipl.-Ing. E. Lötterle sprach am 19. 2. 1936 über das Thema: „Die Elektrotechnik in Prüf- und Versuchsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der elektrodynamischen Leistungswaage". Die elektrotechnische Industrie hat schon sehr frühzeitig den Wert von Prüfanlagen für die Erprobung und Weiterentwicklung ihrer Erzeugnisse erkannt. Auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen hat die Elektroindustrie auch anderen Industriezweigen bei der Durchbildung von Prüfanlagen Anregungen gegeben. Die elektrische Maschine eignet sich als Antriebsmotor für die Prüfung von Arbeitsmaschinen, als Bremsgenerator für die Belastung und Prüfung von Kraftmaschinen. Als sog. „elektrodynamische Leistungswaage" oder „Pendelmaschine" hat die elektrische Maschine in neuzeitlichen Prüffeldern in größerem Umfange zum Belasten von Kraftmaschinen und zum Antreiben von Arbeitsmaschinen überall dort Anwendung gefunden, wo es auf eine genaue und einfache Messung der Leistung ankommt. In elektrischer Hinsicht weist die elektrodynamische Leistungswaage keinen Unterschied gegenüber den

normalen elektrischen Maschinen auf. Sie kann für jede übliche Stromart und Spannung gebaut werden. In mechanischer Hinsicht ist sie nach den Gesichtspunkten einer Gewichtswaage durchgebildet. Das Maschinengehäuse ist also nicht auf dem Fundament gelagert, sondern mittels Kugellagern in zwei Stehlagerböcken drehbar aufgehängt und führt, wie eine Gewichtswaage, beim Einspielen kleine, pendelnde Bewegungen um die Maschinenachse aus (Pendelmaschine). Am Pendelgehäuse ist ein Hebelarm befestigt, an welchen Belastungsgewichte angehängt werden können. Ein Vergleich mit dem bekannten Pronyschen Zaum zeigt, daß bei der elektrodynamischen Leistungswaage der größte Teil des Drehmoments durch elektromagnetische Kräfte zwischen Anker und Magnetfeld übertragen werden und nur ein sehr kleiner Teil durch mechanische Reibungskräfte, nämlich Lager- und Bürstenreibung. Die Praxis hat nun für die leichte Feststellung des Drehmomentes Waagen entwickelt, von denen die Laufgewichtswaage die einfachste, die direkt anzeigende Neigungswaage die vollkommenste ist. Ein kleiner Fehler in der Drehmomentmessung würde eintreten bei Vernachlässigung des vom Lüfter der Pendelmaschine aufgenommenen Drehmomentes. Dieser Fehler wird ausgeglichen durch ein kleines Schiebegewicht, das auf einer im Prüffeld nach Drehzahlen geeichten Skala des Hebelarmes oder einem Tarabalken der Neigungswaage angeordnet ist. Die für die Ermittlung der Leistung noch notwendige Drehzahl der Pendelmaschine wird in der einfachsten Form mittels Tachometer gemessen. Herr Lötterle ging nun auf die Grundlagen der elektro-dynamischen Leistungswaage ein und gab an Hand von Lichtbildern Ausführungs- und Anwendungsbeispiele.

Gau Saar

Über elektrische Schachtfördermaschinen und ihre Sicherheitseinrichtungen sprach Herr Dipl.-Ing. Graf am 24. 1. 1936. Der elektrische Antrieb von Fördermaschinen großer Leistung wird von der Leonardschaltung beherrscht. Sie bietet den Vorteil einer vollkommen eindeutigen Steuerung, die von unschätzbarem Werte für die Sicherheit des Betriebes ist. Aus diesem Grunde hat sich auch die Leonardmaschine bis heute nicht verdrängen lassen, obgleich sie in Anschaffung und Betrieb verhältnismäßig kostspielig ist, und obgleich mehrfach schon ernstliche Versuche gemacht worden sind, sie durch unmittelbare Antriebe zu ersetzen. Für die Sicherheit des Betriebes sind 3 Gesichtspunkte maßgebend, die man folgendermaßen kennzeichnen kann:

1. die Maschine muß vollkommen in der Hand des Führers liegen, d. h.: vollkommene Steuerfähigkeit,
2. sie muß den vorgeschriebenen Geschwindigkeitsverlauf auch dann erzwingen, wenn der Führer falsch steuert oder wenn er versagt, d. h.: sie muß einen selbsttätigen Fahrtregler besitzen,
3. sie muß sich selbst bei allen während der Fahrt eintretenden Störungen schnell und gefahrlos stillsetzen. Dies geschieht mit Hilfe der Sicherheitsbremse.

Dem Selbstschutz durch den Fahrtregler wird besondere Beachtung gewidmet. Die Leonardmaschine trägt ihn in sich, da infolge der Eindeutigkeit der Steuerung lediglich eine selbsttätige Rückführung des Steuerhebels durch mechanische Mittel vorgesehen sein muß, um den vorgeschriebenen Geschwindigkeitsverlauf zu gewährleisten.

Von Antrieben, die nicht eindeutig sind, spielt heute nur noch der Asynchronmotor eine Rolle. Der Aufbau eines selbsttätigen Fahrtreglers ist umständlicher, weil sich ein solcher nicht auf den Fördermotor auswirken kann, sondern mit Hilfe der mechanischen Schleifbremse arbeiten muß. Ein solcher Fahrtregler ist laut Bergpolizeiverordnung für Maschinen mit Seilfahrt in Deutschland vorgeschrieben. Es sind drei Arten entwickelt worden, die den nämlichen Zweck auf verschiedenen Wegen erreichen, und zwar der Fahrtregler mit Hilfe eines Fliehkraftreglers, die beiden anderen mit Hilfe des Durchflußprinzips unter Verwendung von Druckölgeräten.

Der weitere Selbstschutz der Fördermaschine erstreckt sich auf alle Fälle, in denen unvorhergesehene Störungen eintreten. Die Störungsursachen werden derart erfaßt, daß sie einen Ruhestromkreis unterbrechen, der die Sicherheitsbremse der Fördermaschine auslöst. Eine jede Fördermaschine muß laut Vorschrift mit einer Fahrbremse und einer Sicherheitsbremse versehen sein. Die Fahrbremse wird allgemein durch Druckluft betrieben. Die Sicherheitsbremse dagegen mit einem Fallgewicht.

Gewichtsbremsen waren von jeher im Brauch. Sie befriedigten jedoch nicht, da sie beim Einfallen zusätzliche Beanspruchungen der Maschinen durch Pendelungen verursachten. Durch Einführung der sog. Schnellschlußbremse konnte hier Abhilfe geschaffen werden.

Herr Graf erwähnte noch, daß zu der Vervollkommnung der Steuerung und der Sicherheitseinrichtung eine ganze Anzahl gut durchdachter Einrichtungen und Hilfsschaltungen eingeführt worden sind und ging besonders auf die Einhebelsteuerung ein, die der Erhöhung der Steuerfähigkeit und Betriebssicherheit dient.

Am 27. 3. 36 sprach vor dem Gau Saar Herr Oberingenieur Schwenk über „Anpassung veralteter Hochspannungs-Schaltanlagen an die Betriebserfordernisse". Die mit der dielektrischen Festigkeit von Schaltanlagenteilen zusammenhängenden Fragen sind mehr und mehr in den Hintergrund getreten. Wesentlich schwieriger erwies sich die Beherrschung der mit dem Kurzschluß zusammenhängenden Erscheinungen. Sammelschienen und Trennschalter lassen sich durch verhältnismäßig einfache Mittel den in Kurzschlüssen auftretenden dynamischen und thermischen Beanspruchungen anpassen — Wahl von Stützern großer Umbruchfestigkeit, Verwendung von Trennschaltern mit hoher Vibrationsgrenze, Trennung der Sammelschienen durch Lichtbogen-Schutzwände —. Bei allen Anlageteilen, bei denen betriebsmäßig Lichtbogen nicht auftreten — also auch bei Transformatoren und Wandlern —, ließen sich einfache Lösungen für ihre kurzschlußfeste Ausführung finden. Wesentlich schwieriger war die Anpassung der Leistungsschalter an die durch Steigerung der Kurzschlußleistung gewachsenen Ansprüche. Erst die in den vergangenen sechs Jahren in den verschiedenen Hochleistungsprüfanlagen durchgeführten Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten brachten eine wesentliche Klärung der ziemlich verwickelten physikalischen Vorgänge bei der Lichtbogenlöschung. Das Ergebnis dieser Versuche war, außer der Verbesserung vorhandener Ölschalter, die Schaffung von öllosen und ölarmen Leistungsschaltern. Die Erhöhung des Schaltvermögens bei Ölschaltern wurde durch die Verwendung von Strömungslöschkammern erzielt. Interessante Ausführungen derartiger Strömungslöschkammern, die teilweise mit reiner Ölströmung oder mit einem Gemisch aus Ölgas und Öl als Löschmittel arbeiten, entstanden in Amerika und Europa. Die Lösung der Leistungsschalterfrage ist letzten Endes durch die Herabsetzung der Schaltarbeit bei gleichzeitiger Steigerung der Schaltleistung gegeben. Mit geeigneten Strömungslöschkammern gelingt es — wie an verschiedenen Oszillogrammen nachgewiesen wurde —, die Schaltleistung vorhandener Ölschalter um ein Vielfaches heraufzusetzen. Ob die Umänderung vorhandener Ölschalter wirtschaftlich ist, muß naturgemäß von Fall zu Fall entschieden werden. Bei Ölschaltern für Spannungen unter 10 kV wird meist der Umbau sich nicht lohnen; hier wird die Beschaffung neuer, ölloser oder ölarmer Leistungsschalter der richtigere Weg sein.

Gau Südsachsen.

Am 13. 2. 1936 hielt Herr Dr.-Ing. Lebrecht einen Vortrag über „Gittergesteuerte Gleichrichteranlagen". Der Vortragende gab einen Einblick in die Konstruktions- und Entwicklungsarbeiten des Großgleichrichterbaues und schilderte den Aufbau des gittergesteuerten Großgleichrichters an Hand von Lichtbildern. Ein Film zeigte anschaulich die grundsätzliche Wirkungsweise der Gittersteuerung, deren praktische Ausgestaltung als statische Steuerung mit ruhenden Geräten, Drehreglern, Umspannern und Widerständen und als Stoßsteuerung mit Spannungsimpulsen erläutert wurde. Die Beispiele für die Anwendung des gittergesteuerten Gleichrichters in der Praxis zeigten seine Verwendbarkeit zur widerstandslosen Regelung der Drehzahl großer Motoren, zur Regelung vieler parallelgeschalteter Motoren durch die Gleichlaufsteuerung, zur Bremsung von Motoren durch Stromrückgewinnung und als Kurzschlußschalter.

Gau Württemberg.

Im Verband Deutscher Elektrotechniker sprachen am 19. 2. 1936 Herr Dr.-Ing. Jacob VDE und Herr Dipl.-Ing. Heyl VDE über „Ein neues Fernsteuerungssystem (ohne Steuerleitungen) für Drehstromnetze". Für die Ausführung von Schaltungen und die Übertragung von Signalen auf eine große Zahl von Empfangsstellen in den Netzen der Elektrizitätswerke besteht ein dringendes Bedürfnis nach einem von zentraler Stelle zu betätigenden Fernschaltsystem, um damit insbesondere Treppenhausbeleuchtung, Straßenbeleuchtung, Doppeltarifzähler, Elektrowärmegeräte und ähnl. fernschalten zu können. Bisher verwendete Systeme benötigen besondere Steuerleitungen oder geben netzfremde Impulse (Hochfrequenz) über das Netz. — Ein neues Fernschaltsystem ist auf dem Grundgedanken aufgebaut, bewußt herbeigeführte, sehr kurzzeitige Senkungen der Netzspannung zum Ansprechen von Fernschaltrelais zu benutzen. Die erste Entwicklungsstufe für die technische Durchführung dieses Gedankens bestand in folgender Anordnung: Hochspannungsseitig wird in die von einem Unterwerk abgehende Hochspannungsleitung zu mehreren Netzstationen einphasig ein Ölschnellschalter eingebaut. Dieser unterbricht beim Schalten die Netzspannung auf die Dauer von 1 bis 2 Perioden. Diese Unterbrechung der Netzspannung in einer Phase pflanzt sich über die Transformatoren auf die Niederspannungsseite des Drehstromverteilungsnetzes fort, so daß auch dort in einer Phase eine kurzzeitige Spannungssenkung auftritt. Auf diese Spannungssenkung sprechen besonders entwickelte Empfangsrelais an, die bei jeder Spannungssenkung um einen Schritt weiterschalten. Jedem Schaltschritt entspricht ein bestimmter Schaltbefehl. Man kann damit 10 bis 12 verschiedene Schaltbefehle zu beliebigen Zeiten jedoch in einer bestimmten, durch den täglichen Ablauf festgelegten Reihenfolge über einen Netzbezirk hinausgeben. Diese Einrichtung wurde in den Jahren 1933 bis 1935 technisch entwickelt und in einem Drehstrombezirk praktisch erprobt. Es laufen dort etwa 105 Fernschalter für Treppenhausbeleuchtung, Straßenbeleuchtung und Fernsprechzellen, die von einem Unterwerk aus ferngesteuert werden. Die zweite inzwischen erreichte technische Entwicklungsstufe hat das Ziel verfolgt, die völlige Freiheit in Zeitpunkt und Reihenfolge der Schaltbefehle sicherzustellen. Dazu wurde folgender Grundgedanke benutzt: In einer Phase werden zwei zusammengehörige, zeitlich aufeinander folgende Spannungssenkungen von 1 bis 2 Perioden Dauer in der gleichen Weise wie bei der ersten Entwicklungsstufe durch einen geeigneten Schalter erzeugt. Jede der beiden Senkungen wird zum Träger eines bestimmten Schaltbefehls gemacht. Je nach dem Zeitabstand der beiden Spannungssenkungen können verschiedene Schaltbefehle gegeben werden, z. B. Schaltbefehl 1 mit einem Abstand von der Spannungssenkung von 6 s entsprechend 300 Perioden, Schaltbefehl 2 mit einem Abstand von 12 s entsprechend 600 Perioden usw.

Wird das zu beeinflussende Netz von nur einer Kraftquelle gespeist, so genügt der Einbau eines Schnellschalters; wird das zu beeinflussende Netz von mehreren Kraftquellen gespeist, so muß in jedem Speisepunkt ein Schnellschalter eingebaut werden. Im letzteren Fall müssen sämtliche Schnellschalter gleichzeitig beeinflußt und zum synchronen Arbeiten gebracht werden. Die Betätigung eines oder mehrerer Schnellschalter in dem dem jeweiligen Schaltbefehl entsprechenden zeitlichen Abstand erfolgt mittelst einer besonderen Sendeeinrichtung. Diese Sendeeinrichtung besteht im wesentlichen aus einer durch Uhrwerk oder Synchronmotor angetriebenen Schaltuhr, einer Wähleinrichtung für die Einstellung der zeitlich und in der Reihenfolge beliebig wählbaren Schaltbefehle und einer Schaltanordnung zur Herstellung der für die gewünschten Schaltbefehle jeweils erforderlichen Zeiträume. Die Empfangseinrichtung besitzt ein an der Netzspannung liegendes Magnetsystem mit sehr geringem Stromverbrauch. Ein kleiner Drehanker wird vom magnetischen Feld gegen eine Feder angezogen gehalten. Tritt eine Spannungssenkung auf, so löst die Feder den Anlauf eines Synchronmotors aus. Durch die zweite Spannungssenkung wird die Bewegung einer Quecksilberschaltröhre ausgelöst, jedoch nur dann, wenn der zeitliche Abstand zwischen den beiden Spannungssenkungen so gewählt wurde, daß ein hierfür vorgesehener Anschlag in Eingriff mit der Schaltröhre kommen kann. Durch entsprechende Abstufung der Zeiträume und Anordnung der Anschläge wird eine selektive Schaltung sämtlicher Empfangseinrichtungen erreicht. Nach einer bestimmten Zeit (120 s) wird der Synchronmotor wieder stillgesetzt, wodurch die Einrichtung erneut schaltbereit ist.

Die Vorzüge des neuen Systems liegen insbesondere in dem Wegfall von Steuerleitungen und in der Entbehrlichkeit einer besonderen Energiequelle. Die Sendung der Schaltbefehle kann selbsttätig nach vorgeschriebenem Zeitplan oder auch willkürlich nach Bedarf durchgeführt werden. Das System ist jedoch nur in Drehstromnetzen durchführbar und an das Vorhandensein der normalen Netzspannung und Frequenz gebunden. Die Wirtschaftlichkeit des Systems dürfte gesichert sein, da die Kosten der Empfangsrelais, soweit sich übersehen läßt, nur etwa die Hälfte einer normalen Schaltuhr betragen.

Besondere Bedeutung kommt dem neuen Fernsteuersystem (DRP angemeldet) auch für Luftschutzzwecke zu; außer der Abschaltung der öffentlichen Straßenbeleuchtung kann an jeden mit entsprechendem Empfangsrelais ausgerüsteten Stromabnehmer das Signal „Luftwarnung" oder „Fliegeralarm" (Sirenenbetätigung) und „Entwarnung" durchgegeben werden.

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 19. 5. (Di), 20 h, „Saal der Technik", Alexanderstr. 18: „Kurzschlußsichere Schaltanlagen unter Berücksichtigung der Hoch- und Niederspannungsanlagen". Dr.-Ing. Schmitz VDE.

Gau Hansa, Hamburg. 20. 5. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalt: „Wirkungsweise und praktische Anwendung der gittergesteuerten Gleichrichter" (m. Lichtb.). Dr. Lebrecht VDE.

Gau Köln. 23. 5. (So), 13 h 15 m, ab Köln: Besichtigung des Großrundfunksenders in Langenberg.

Gau Kurpfalz, Mannheim. 22. 5. (Fr), 20 h 15 m, Verb.-Räume Otto-Beck-Str. 21: „Neue Berechnungsmethoden für Stromverzweigungen". Dipl.-Ing. Fleischmann.

Gau Südbaden, Freiburg/Br. Der auf S. 543 in H. 19 angekündigte Vortrag von Dipl.-Ing. Parschalk VDE findet nunmehr am 15. 5. (Fr) um 20 h 15 m, Freiburger Hof, statt.

VERSCHIEDENES.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Röhren A — Z. Ein Wörterbuch der Rundfunkröhre. (Bd. 3 der Telefunken-Buchreihe.) Mit 52 Abb. u. 70 S. im Format A 5. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin 1935. Preis kart. 1,40 RM.

Die Technik, im vorliegenden Fall die Rundfunkröhrentechnik, schafft fortgesetzt neue Geräte, neue Bauteile, die, will man sich mit anderen verständigen, neue Namen haben müssen. So entwickelt sich eine Fachsprache, die schließlich nur noch dem Eingeweihten verständlich ist, etwa wie das Jägerlatein nur dem Jäger. Telefunken hat sich daher ein Verdienst erworben, ein von A bis Z geordnetes Wörterbuch herauszugeben, das etwa 250 dieser neuen Fachausdrücke durch Wort, Bild und Formel erläutert. Es nimmt die mittlere Stellung ein zwischen dem ganz Laienhaften und dem streng Wissenschaftlichen und wird dem Großen Duden bei einer Neubearbeitung Stoff für wichtige Erweiterungen geben. Eine Reihe entbehrlicher Fremdwörter könnte in Zukunft wegbleiben wie indirekt,

Prinzip, speziell usw. Auffallen muß die Schreibung von Okthode und Penthode ohne h, obwohl diese Wörter ebenso wie Kathode vom griechischen Hodós (Weg) abgeleitet sind. Als handliches Nachschlagebuch ist das Werkchen allen, die mit Röhren zu tun haben, sehr zu empfehlen. Vielleicht folgt noch ein „Geräte-A—Z"?

Karl Mühlbrett VDE.

Les Communications Radio-Electriques. Von H. de Bellescize. Band 1. Mit 31 Abb., VI und 98 S. im Format 165 × 250 mm. Verlag Gauthier-Villars, Paris 1935. Preis geh. 20 Fr.

Verfasser behandelt die durch das Störspektrum der Atmosphäre, industrieller Anlagen und störender Sender bedingten Fragestellungen der neuzeitlichen Empfangstechnik.

Einleitend wird über die bei linearer und quadratischer Gleichrichtung auftretenden Störmodulationsprodukte und die Mittel zu ihrer Unterdrückung bzw. Kleinhaltung gesprochen. Für die Wahl der in dieser Hinsicht günstigsten Verhältnisse für Überlagerung und Zwischenfrequenz, für die zweckmäßige Anordnung der Selektionsmittel werden Richtlinien gegeben, die z. T. in der Praxis schon verwendet, hier ihre Begründung finden.

Der Einfluß der stark streuenden Intensitäten der atmosphärischen Störungen sowie der empfangenen Signale wird wahrscheinlichkeitstheoretisch behandelt. Dazu wird eine kurze Einführung in die wichtigsten Begriffe und Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung gegeben.

Aus eigenen Feldstärke- und Störungsregistrierungen und solchen anderer Forscher werden Streuungskurven für die Feldintensität abgeleitet, und u. a. aus ihrer Gestalt nach vorhergehenden Überlegungen über den Schwundmechanismus auf die Art des Schwundes geschlossen, der zu der jeweils vorliegenden besonderen Streuung geführt hat. Aus den für gleiche Empfangsfrequenz erhaltenen Streuungskurven für Nutzfeldstärke und atmosphärische Störungen wird die Erfolgswahrscheinlichkeit für die untersuchte Funkverbindung bestimmt.

In einem besonderen Kapitel werden die atmosphärischen Störungen hinsichtlich ihrer amplituden- und frequenzmäßigen Verteilung mit Hilfe von Kurvenscharen dargestellt. Zu ihrer Ableitung werden für einige Wellenlängen vorliegende Streukurven benutzt, sowie naheliegende Annahmen über den Ausbreitungsvorgang für atmosphärische Störungen gemacht. Es wird gezeigt, daß sich die Störungen durch einen Sender mit der Leistung $N = 10^7 \cdot F^{-1,6} \cdot f$ ersetzen lassen (F = Frequenz des Senders, f = Bandbreite des Empfängers). Diese Formel führt zu Annahmen über die mutmaßliche räumliche Verteilung der Störquellen und wird hier für Interpolationszwecke bei der Ableitung der obengenannten Kurvenscharen benutzt.

Schließlich wird unter Benutzung der entwickelten Hilfsmittel die für einen Empfang mit 95 % Erfolgswahrscheinlichkeit unter ungünstigsten jahres- und tageszeitlichen Bedingungen notwendige Senderleistung für das Rundfunkband ermittelt. Verfasser erhält Werte, die ungefähr ein Fünftel der jetzt in Europa üblichen Sendeleistungen betragen. Ein fünffacher Sicherheitsfaktor wird als nicht ungewöhnlich bezeichnet in Anbetracht der großen Schwankungen, welchen auch die Bodenstrahlung ausgesetzt ist. Unter den ebengenannten Bedingungen ergibt sich für den Quotienten Zeichenintensität : Störungsintensität der Wert 18.

Verfasser weist abschließend an Hand eines Beispiels auf die großen Möglichkeiten für die Empfangsverbesserung auf allen Wellenlängen hin, die die gerichtete Sendung, der gerichtete Empfang und die Einseitenbandausstrahlung bieten.

Schrifttumverzeichnisse am Schluß jedes Kapitels ergänzen das klar und anregend geschriebene Buch.

J. Großkopf.

Technisches Denken und Schaffen. Eine leichtverständliche Einführung in die Technik. Von Prof. Dipl.-Ing. G. v. Hanffstengel. 5. neubearb. Aufl. Mit 172 Textabb., XII u. 220 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 6,60 RM.

Das wohlbekannte Buch liegt in fünfter Auflage vor. Das ist wohl die beste Empfehlung, die ihm gegeben werden kann, denn sie beweist, daß das Buch in dem großen Kreise seiner Leser, die der Verfasser sich in der Einleitung zur ersten Auflage vor fast 20 Jahren gewünscht hat, Anklang gefunden hat. Jeder Techniker hat es bei seinem Studium als einen großen Mangel empfunden, daß eine allgemeine Einführung in die Technik auf wissenschaftlicher Grundlage bisher gefehlt hat, die ihm den Überblick über das ganze Gebiet gibt, bevor er sich diesen durch mühseliges Studium der Einzelfächer verschaffen kann. Denselben Mangel fühlten alle die Vielen, die sich nicht der Technik widmen, aber mit ihr durch ihren Beruf in enge Berührung kommen. Die üblichen volkstümlichen Schilderungen der Technik erschöpfen sich meistens in Einzelheiten, die die zu bewundernden Erfolge der Technik in den Vordergrund schieben, aber einen geordneten Aufbau vermissen lassen.

Hier schafft das Hanffstengelsche Buch Wandel, indem es von einer anschaulichen Darstellung der Grundlagen ausgeht und in folgerichtigem Aufbau dann die Ausnutzung der Energie und die Behandlung des Werkstoffes klarlegt. Der Schlußabschnitt: „Praktische Ingenieurarbeit" gibt dem angehenden Ingenieur und auch dem Außenstehenden eine Vorstellung von der geistigen Arbeit, auf die sich die Arbeitswelt der Technik aufbaut und die für jedes Werk der Technik vor und während seines Werdens zu leisten ist.

Die langersehnte und immer noch ausstehende Hochschulreform soll von einer allgemeinen Lehre der Technik ausgehen. Hier liegt ein Leitfaden dafür vor, wie man ihn sich besser kaum denken kann.

Sehr zu wünschen wäre es, wenn der Verfasser in den hoffentlich bald folgenden weiteren Auflagen seines prächtigen Buches wenigstens einen kleinen Abschnitt der Bedeutung der Technik für die Kultur widmen würde.

Carl Weihe.

Eingänge.

Bücher.

Besprechung vorbehalten.

Röhrenbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. Mit 189 Abb. u. 202 S. im Format A 5. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936. Preis geh. 3,60 RM, geb. 4,80 RM.

Die physikalischen Grundlagen der Rundfunktechnik. (In 4 Teilen.) Von F. Weichart. 3. Teil, 4. verbess. Aufl. Mit 111 Abb. u. 178 S. im Format B 6. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936. Preis geh. 2,70 RM, geb. 3 RM.

Merkbuch für Fehler bei der Metallbearbeitung. Mit zahlr. Winken u. Rezepten f. d. Werkstatt nebst prakt. Tabellen. Von Obering. E. Mayer-Sidd u. Fr. Hutterer. Mit 19 Abb. u. 154 S. im Format B 6. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin. Preis kart. 3,50 RM.

Funktechnik. I.: Allgemeine Einführung m. bes. Berücks. des Rundfunks. Von Prof. I. Herrmann. 3. neubearb. Aufl. Sammlung Göschen. Mit 146 Abb., IV u. 144 S. im Format 105 × 160 mm. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1936. Preis geb. 1,62 RM.

Gewöhnliche Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Von Prof. Dr. F. Iseli. Mit 57 Abb. u. 106 S. im Format 140 × 210 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geh. 5,40 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft. Berlin. 19. 5. (Di), 19 h, Ingenieurhaus, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 17: „Entwicklung der Eisenbahnwagen" (m. Lichtb.). Reichsbahn-Oberrat E. Dähnick, Berlin.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 8. Mai 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 21. Mai 1936 Heft 21

Wilhelm Kohlrausch †.

Am 16. April starb in Hannover der emeritierte ordentliche Professor, Geheimer Regierungsrat Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Wilhelm Kohlrausch im 81. Lebensjahre. Die deutsche Elektrotechnik verliert in ihm einen ihrer bedeutendsten Lehrer und Wegbereiter, dessen Lebenswerk gleichzeitig mit dem Entwicklungsanfang dieses neuen Zweiges der Technik begann.

Wilhelm Kohlrausch wurde am 14. 5. 1855 in Marburg als Sohn des Universitätsprofessors Dr. Rudolf Kohlrausch geboren. Seine Jugend, insbesondere seine Schuljahre im Ratsgymnasium, verlebte er nach dem frühen Tode seines Vaters in Hannover. Nach Absolvierung des Gymnasiums wandte sich Kohlrausch dem Studium der Physik zu und bezog die Technische Hochschule in Darmstadt, später die Universitäten Göttingen und Würzburg, wo er 1878 zum Dr. phil. promovierte. Nach einigen Jahren Assistententätigkeit in Straßburg unter Kundt habilitierte er sich dort als Privatdozent für Physik (u. a. theoretische Optik) und wurde 1883 zum a. o. Professor ernannt. Seine fachliche Ausbildung betreute sein wesentlich älterer Bruder Friedrich, der nachmalige Präsident der PTR, mit dem er bei der schwierigen Bestimmung der elektrischen Maßeinheiten zusammenarbeitete. An deren gesetzlicher Einführung war er weiterhin maßgeblich beteiligt.

Wilhelm Kohlrausch †.

Seine Arbeiten auf dem Gebiet der Elektrizität und sein damals bereits bemerktes Lehrtalent waren Veranlassung zu seiner Berufung als Dozent für Elektrotechnik an die Technische Hochschule zu Hannover im Jahre 1884. Dort bestand, wie auch an den anderen Hochschulen, bis dahin der elektrotechnische Unterricht lediglich aus von höheren Telegraphenbeamten im Nebenamt wahrgenommenen Vorlesungen über Telegraphie, ohne Übungen und ohne Laboratorium. In der richtigen und immer wieder von ihm betonten Erkenntnis, daß ohne ein Laboratorium weder Lehre noch Forschung auf dem Gebiet der Elektrotechnik mit Erfolg betrieben werden können, begann Kohlrausch sogleich mit dem Aufbau des Elektrotechnischen Instituts. Natürlich hatte er als Physiker Schwierigkeiten, aus der auch noch in den Anfängen begriffenen Elektrophysik die Entwicklung zur Elektrotechnik mitzumachen. Aber sein praktischer Sinn und sein großes Geschick, verwickelte Vorgänge leicht faßlich darzustellen, verhalfen ihm zu ausgezeichneten Erfolgen seiner Lehrtätigkeit. Das Hören seiner Hauptvorlesung über Grundzüge der Elektrotechnik bedeutete einen Genuß, den sich kaum einer seiner zahlreichen Schüler je entgehen ließ. 1886 zum etatsmäßigen Professor ernannt, ist Kohlrausch der hannoverschen Hochschule treu geblieben und hat über seine Emeritierung 1923 hinaus im ganzen 43 Jahre an ihr gewirkt. Verschiedene Angebote der Industrie und einen Ruf an eine andere Hochschule hat er abgelehnt, das Institut mehrfach erweitert und in Erkenntnis der trotzdem bestehenden Raumnot eine Reihe von Plänen für einen Neubau bearbeitet, der leider immer noch unausgeführt ist.

In Hannover hat Kohlrausch die noch heute als zutreffend angesehene Theorie des Bleiakkumulators entwickelt. Seine ständige Sorge galt der Vervollkommnung seiner Grundzügevorlesung, die er auch ein Semester in Essen auf Einladung der Firma Krupp für deren Ingenieure hielt. In Zeiten schwieriger Verhandlungen (1906 bis 1908) führte er den Vorsitz im VDE.

Kohlrausch war ein Mann von klarem Blick und gütigem Herzen, ein hilfsbereiter Berater und Freund seiner Studenten. Sein sehr erfolgreiches Bemühen war, nicht durch eine Flut von Vorschriften und Kontrollen, von denen er nicht viel hielt, sondern durch sein Beispiel die Studenten zu selbständigen Charakteren zu entwickeln. Er genoß ihr volles Vertrauen und erreichte mit Leichtigkeit bei ihnen, was andere trotz Mühe nicht durchsetzten. Sein ausgezeichnet klarer, freier Vortrag, sein freundlicher, Übertreibungen abholder Umgangston, seine einnehmende äußere Erscheinung gewannen ihm die Herzen seiner Zuhörer. Keiner seiner vielen Schüler wird diesen seltenen Mann vergessen können, alle werden über seinen Tod hinaus ihm Dankbarkeit bewahren nicht nur für das, was er ihnen in fachlicher Beziehung vermittelte, sondern auch für das Beispiel, das er in persönlicher und allgemein menschlicher Beziehung gab.

E. Beckmann.

Verlegung von Fluß- und Seekabeln durch Einspülen.

Von Postrat Dipl.-Ing. K. Hesse, Stralsund.

621. 315. 285

Übersicht. Um Fluß- und Seekabel vor Beschädigungen, z. B. durch Schiffsanker, zu schützen, ist es erforderlich, sie mehr oder weniger tief in den Boden einzubetten. Das früher zu diesem Zweck angewendete Einbaggerungsverfahren ist sehr kostspielig und umständlich. In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, Kabel einzuspülen. Über ein recht brauchbares Spülgerät und die hiermit bei einer größeren Kabellegung gemachten Erfahrungen soll nachstehend berichtet werden.

A. Beschreibung des Geräts.

Der Grundgedanke des Einspülens beruht darauf, daß man eine schmale Rinne für das Kabel auf dem Fluß- oder Meeresboden durch Ausströmen starker Wasserstrahlen aus einem Spülrohr erzeugt und das Kabel dabei so führt, daß es sogleich in die Rinne rutscht. Ein Zuwerfen der Rinne ist nicht erforderlich, weil sie infolge ihrer geringen Breite durch die Wasserbewegung zusammenfällt. Man kann eine derartige Verlegung mit Hilfe einer einfachen Feuerwehr-Motorspritze durchführen, dies jedoch ohne besondere Vorrichtungen aus naheliegenden Gründen nur bei geringen Wassertiefen.

Abb. 1. Gerät zum Einspülen von Kabeln in den Fluß- oder Meeresgrund.

Eine Taucherfirma hat nun ein Gerät entwickelt, das die zwangsläufige Führung des Kabels in die frisch gespülte Rinne in einfachster Form sicherstellt. Der Grundgedanke geht aus Abb. 1 hervor; der Spülkasten ist im Schnitt gezeichnet. Alle Teile des Einspülgeräts sind auf einem 26 m langen und 6 m breiten Prahm mit einem Tiefgang von 1 m bei voller Belastung (180 t) untergebracht. Auch die Kabeltrommel befindet sich im allgemeinen auf dem Prahm; sie kann bis zu 50 t schwer sein. Bei größeren Trommeln wird das Kabel auf einem besonderen Prahm mitgeführt.

Abb. 2 zeigt den Spülkasten, der am Bug des Prahms befestigt ist, in hochgezogener Lage. Das Druckwasser strömt aus 57 Düsen. Der erforderliche Druck von 4 bis 8 atü wird durch zwei Dieselmotoren zu 50 bzw. 75 PS mit Kolbenpumpen erzeugt. Das in der Abb. 2 zur linken oberen Ecke weisende Kabel ist deutlich sichtbar. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier erwähnt, daß das sichtbare Kabelstück normalerweise im Boden eingespült ist und der Spülkasten nicht etwa von links (in der Abb.) gespeist wird. Das Vorratskabel liegt vielmehr rechts auf dem Prahm, der sich in Abb. 2 nach rechts bewegen muß; er fährt also rückwärts. Abb. 3 zeigt den Spülkasten von oben mit abgeschraubtem Druckwasserrohr, das wir kurz Spülrohr nennen wollen. Der Spülkasten kann zwecks Anpassung an die Wasser- und Einspültiefe durch einen Flaschenzug gehoben und gesenkt werden. Bei tieferen Gewässern werden entsprechend lange Spülrohre angebracht. Im übrigen wird der Spülkasten durch Ketten in der richtigen Lage gehalten.

Abb. 2. Hochgezogener Spülkasten; das Druckwasser tritt sichtbar durch 57 Düsen aus.

Aus Abb. 4 ist der Gesamtaufbau zu erkennen. Das Spülrohr führt vom Spülkasten in den Schuppen, in dem die Druckpumpenanlage untergebracht ist. Zur Speisung der Pumpe führen zwei Saugrohre in der Schiffsmitte ins Wasser. Um das Kabel nicht schädlich zu beanspruchen, ist eine Handwinde vorhanden, die den Ablauf von der Trommel erleichtert.

Abb. 3. Spülkasten von oben gesehen; das Druckwasserrohr ist abgeschraubt.

Die geradlinige Führung des Prahms wird dadurch sichergestellt, daß am Zielufer ein Stahlseil befestigt und durch eine Dampfwinde auf dem Prahm — siehe Abb. 5 — eingeholt wird. Die Leistung der Dampfwinde ist so eingestellt, daß sie beim Auftreten von Hindernissen langsamer arbeitet oder stehen bleibt. Um seitliches Abtreiben durch Wind zu verhindern, wird der Prahm noch durch

ein langes, verankertes Stahlseil senkrecht zur Fahrtrichtung gehalten.

B. Leistungsfähigkeit der Vorrichtung.

Nach Angaben des Unternehmers können die Kabel mit dem vorstehend beschriebenen Gerät bis zu 6 m tief in den Boden eingebettet werden. Die Wassertiefe kann bis zu 18 m betragen. Der höchstzulässige Kabeldurchmesser ist 20 cm. Die Anwendungsmöglichkeit des Verfahrens ist mit Rücksicht auf die Länge des Prahms nicht etwa nur auf breite Gewässer beschränkt, vielmehr kommen auch schmale Flußläufe in Betracht, wobei der Prahm nicht rückwärts, sondern in seitlicher Richtung von Ufer zu Ufer bewegt wird.

C. Erfahrungen mit dem Gerät.

Über die mit dem Einspülgerät gemachten Erfahrungen ist folgendes zu sagen: Durch eine mehrere Kilometer breite Bucht sollte ein 66paariges Seekabel möglichst 2 m unter dem Meeresboden verlegt werden. Die Wassertiefe betrug bis zu 5 m. Soweit es sich um Sand und Schlick handelte — und dies war für den weitaus größten Teil der

Abb. 4. Prahm mit Kabelrolle und Einspülgerät.

Strecke der Fall — gelang das Einspülen 2 m unter den Meeresboden ohne jede Schwierigkeit. Auf dem Verlegungswege liegende große Steine wurden umgangen. Die Verlegungsgeschwindigkeit betrug bei gleichbleibender Wassertiefe für 100 m Kabel 25 bis 30 min. Bei einem Teil der Strecke war der Boden für die Verlegung sehr ungünstig (Ton, Kreide, steinig). Trotzdem gelang es, das Kabel 1,5 bis 2 m tief einzuspülen. Dabei wurden 100 m Kabel in 1¾ bis 2 h verlegt. — Der Durchlaß einer Lötstelle durch den Spülkasten bereitete keine besonderen Schwierigkeiten. Um die Verlegungstiefe in den Meeres-

Abb. 5. Sicherung der zielrichtigen Bewegung des Prahms durch ein am Zielpunkt befestigtes Stahlseil, das durch Dampfwinde eingeholt wird.

boden überwachen zu können, war der Spülkasten bzw. das Spülrohr mit einer gut lesbaren Meterskala versehen. Durch Abzug der mittels einer Peilstange ständig gemessenen Wassertiefe ergab sich die Einspültiefe in einfachster Weise.

Bei einer Wassertiefe unter 1 m konnte die beschriebene Vorrichtung wegen des Tiefgangs des Prahms nicht mehr benutzt werden. Es handelte sich um die Uferstrecken. Hier wurde das Kabel mittels einer kleinen Motorspritze eingespült, die auf einem Boot untergebracht war. Bei einem Druck von 3,5 atü gelang es, das Kabel im Durchschnitt 1 m unter dem Meeresboden zu verlegen.

Zusammenfassung.

Ein Gerät wurde beschrieben, das die Verlegung von Kabeln mehrere Meter unter dem See- oder Flußboden mit Anwendung von Druckwasser in einfacher und sicherer Weise gestattet. Die mit der Vorrichtung gemachten Erfahrungen bei der Verlegung eines Seekabels durch eine Meeresbucht waren trotz stellenweise harten Bodens recht günstig. Das Einspülen von Kabeln ist dem bisher üblichen Einbaggerungsverfahren technisch und wirtschaftlich weit überlegen.

Der heutige Entwicklungsstand großer Motoren.

621. 313. 13

In den letzten Jahren ist die Entwicklung dieser Maschinen, d. h. die Steigerung der Materialausnutzung und des Wirkungsgrades, im großen ganzen in stetiger Weise verlaufen.

Asynchronmotoren.

Bezüglich des mechanischen Aufbaues ist hier ähnlich wie bei anderen Maschinen das weitere Vordringen der Schweißkonstruktionen zu bemerken. Insbesondere werden jetzt immer häufiger auch die rotierenden Teile geschweißt. Abb. 1 zeigt das geschweißte Läuferrad eines Asynchronmotors.

Bei den Asynchronmotoren spielen die Stromverdrängungsläufer in Form der Wirbelstromläufer für unmittelbares Einschalten eine immer größere Rolle. Zum Antrieb von Kolbenkompressoren für Leistungen bis zu 3000 kW bei 83 bis 214 U/min setzen sie sich immer mehr durch. Die einfachste Bauform mit Rechteckstäben in schmalen hohen Nuten haben die bekannten Vorzüge der hohen Wärmekapazität bei Anlauf sowie der guten Wärmeabführung bei Betrieb infolge Fehlens der Isolierung. Auch die Einfachheit des Aufbaues ist bemerkenswert im Vergleich mit Doppelkäfigläufern. Neben den einfachen Rechteckstäben werden auch Stäbe mit L-förmigem Querschnitt verwendet. Gegenüber Synchronmotoren ist der Fortfall der Schleifringe, die oft gekapselt und unter innerem Druck gehalten werden müssen, ein großer Vorteil. Der Anlaufstrom beim unmittelbaren Einschalten ist das 2,8- bis 3fache des Nennstromes. Das Drehmoment wird von Fall zu Fall gewählt, es ist in den meisten Fällen kleiner, als sich unter obigen elektrischen Verhältnissen erzielen ließe. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer vieler anzutreibender Maschinen, insbesondere der Kolbenkompressoren, darf nämlich die Anlaufbeschleunigung nicht zu groß gewählt werden. Immerhin muß aber der Anlauf so schnell erfolgen, daß das Durchfahren der kritischen

Drehzahl, das bei Kolbenmaschinen stets mit Drehschwingungen verbunden ist, rasch genug geht, damit keine Zeit zum Ausbilden gefährlicher Spannungen in der Welle und den übrigen umlaufenden Teilen bleibt.

In Abb. 2 ist ein Wirbelstromläufer mit Rechteckstäben dargestellt. Man erkennt deutlich die hohen rechteckigen Leiter. Der Motor dient zum Antrieb eines Kolbenkompressors; das sehr ansehnliche Schwungrad hat die Aufgabe, Strom- und Leistungsschwankungen infolge des pulsierenden Belastungsmomentes von dem Netz fernzuhalten. Das Schwungmoment solcher Zusatzschwungräder beträgt in der Regel das 10- bis 20fache des Eigenschwungmomentes des Läufers.

Abb. 1. Geschweißtes Läuferrad eines Asynchronmotors.

In Abb. 3 ist der Ständer einer 6poligen Asynchronmaschine für eine Leistung von 7500 kVA bei 10 000 V dargestellt. Die drei eingelegten Spulen lassen das Wesen der heute wohl allgemein bei allen Drehstrommaschinen verwendeten Faßwicklung (zweischichtige Trommelwicklung) erkennen. Gegenüber der früher verwendeten einschichtigen Spulenwicklung mit Wicklungsköpfen in zwei oder drei Etagen besitzt die in der Regel in offene Nuten eingelegte Faßwicklung den Vorzug, daß lauter gleiche

Abb. 2. Wirbelstromläufer zum Antrieb eines Kolbenkompressors.

Spulen verwendet werden, die schablonenmäßig hergestellt sind. Ferner ist es möglich, ohne daß man dafür andere Nachteile in Kauf zu nehmen braucht, die Spulen mit einem Schritt kleiner als die Polteilung auszuführen; durch diese Sehnung erhält man beträchtliche elektrische Verbesserungen, wie kleinere Streuung, bessere Feldkurve und im Zusammenhang damit kleinere Eisenverluste.

Synchronmotoren.

Die Ausbildung der Synchronmotoren für den asynchronen Anlauf hat weitere Fortschritte gemacht.

An den Bau zweipoliger Synchronmotoren bei 50 Hz für Selbstanlauf wagte man sich lange Zeit nicht heran, weil die Wärmebelastung der Anlaufwicklung im Verhält-

Abb. 3. Gehäuse einer sechspoligen Asynchronmaschine von 7500 kVA, 10 000 V.

Abb. 4a. Synchron-Walzmotor, 2200/4400 kW, 10 000 V, 300 U/min.

Abb. 4b Läufer zum Synchron-Walzmotor, 2200/4400 kW.

nis zur Wärmekapazität des Läufers besonders groß ist. Vor allem zeigen sich Schwierigkeiten bezüglich einer zuverlässigen Vorausberechnung des Anlaufmomentes. Da die Grenztemperatur der Dämpferstäbe für die konstruktive Beherrschung der Wärmedehnung bestimmend ist, muß ihre Kapazität, d. h. ihr Querschnitt, groß gewählt werden. Damit der Anlaufstrom in tragbaren Grenzen

bleibt, ist deshalb ein kleiner Leitwert (10 bis 12 S) erforderlich. Damit kommt aber der Leitwert der Stäbe dem des Läuferkörpers nahe, der Stromkreis schließt sich nicht nur allein über die Kurzschlußringe, sondern teilweise auch über das Eisen, und die Drehmomentbildung

Abb. 5a. Schiffsschraubenmotor, 9600 kW, 160 U/min.

wird unsicher. Isoliert man anderseits die Stäbe, um die Ausbildung von Nebenschlüssen zu umgehen, so ist die Wärmeabfuhr noch mehr erschwert. Die verhältnismäßig große Masse der Dämpferstäbe nimmt viel Nutenraum in Anspruch, ihre Fliehkraft belastet den Keil und die Zähne

Abb. 5b. Schiffsschraubenmotor, Polrad fertig zum Einbau.

erheblich und zwingt dazu, Läufer mit Massivzähnen, kleinem Durchmesser und großer Länge zu wählen. Da außerdem die Wärmeausdehnungszahl der Stahlkörper kleiner ist als die der Anlaufstäbe, ergeben sich nach beendigtem Anlauf beträchtliche Längenunterschiede, die nicht ohne weiteres in Spannung umgesetzt werden können. Es ist in den letzten Jahren trotzdem gelungen, eine konstruktiv brauchbare Lösung zu finden. Mehrere 3000 U/min-Motoren für Kompressorantrieb und Selbstanlauf bis zu Leistungen von 6500 kW sind gebaut und in Südafrika in Betrieb genommen worden. Die Anlaufzeit dieser Maschinen beträgt 90 s, das Anlaufmoment 400 kgm, d. i. ein Fünftel des Nennmoments.

In Abb. 4 a und b ist ein Synchron-Walzmotor wiedergegeben für eine Dauerleistung von 2200 und eine Höchstleistung von 4400 kW bei 10 000 V und 300 U/min. Er dient zum Antrieb der ersten vier Gerüste einer Mitteleisenstraße. Der Ständer ist zur Vornahme von Reparaturen axial verschiebbar angeordnet. Die Maschine wird mit Nennspannung angelassen, wobei der Anlaufstrom etwa das 3,2fache des Nennstromes ist. Das Drehmoment ist hierfür das 1,5fache des Nennmoments, es kann natürlich immer den jeweiligen Verhältnissen angepaßt

Abb. 6. Nutendämpfer.

werden und wird sonst im allgemeinen kleiner verlangt. Die Stäbe der Käfigwicklung für den Anlauf bestehen aus einer warmfesten Neusilberlegierung. Die Ringe sind aus Kupfer. Die Teilung der Dämpferstäbe weicht etwa 15 % von der Ständernutteilung ab, damit beim Anlauf keine Totpunkte auftreten können. Die Kurzschlußringe sind aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, welche flachkant unter die Stäbe geschoben und verlötet sind. Die Dämpferstäbe sind um eine Ständernutteilung geschrägt, was keine konstruktiven Schwierigkeiten bereitet, da die aus Stahlblech bestehenden Pole angeschraubt sind. Die Pole können einzeln leicht ausgebaut werden. Die Feldwicklung besteht aus einlagigem Hochkantkupfer. Die einzelnen Windungen sind mit Asbest gegeneinander, die Spule selbst durch Glimmer gegenüber dem Spulenkasten isoliert. Die Schleifringe sind aus Stahl.

In Abb. 5 a und b ist der Schraubenmotor des Ostasienfahrers „Potsdam“ wiedergegeben[1]). Der Motor leistet 9600 kW bei 160 U/min. In Abb. 5 a ist die gedrängte Schildlagerausführung zu erkennen, die besonders für Schiffe

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 809.

zweckmäßig ist. Der Motor besitzt Ringlaufkühlung. Der Entwurf eines solchen Schraubenmotors bietet zunächst in elektrischer Hinsicht besondere Schwierigkeiten, die hauptsächlich aus den Forderungen beim plötzlichen Umsteuern des Schiffes hervorgehen. Dabei wird einerseits vom Motor ein erhebliches Drehmoment verlangt, anderseits ist aber im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Landanlagen die zur Verfügung stehende Netzleistung beschränkt. Ferner bilden Generator, Motor, Welle und Schraube ein zusammenhängendes Schwingungssystem, das noch von der Strömung des Wassers beeinflußt wird, wobei auch die Formgebung der Schraube eine Rolle spielt. Da das ganze System mit jeder Drehzahl vor und rückwärts arbeiten muß, ist hier neben den elektrischen Anforderungen noch eine Reihe schwieriger mechanischer Bedingungen zu berücksichtigen.

Abb. 7. Anker mit Nutendämpfer.

Gleichstrommotoren.

Hier wurde vor allem die Beherrschung der Wärmeabfuhr sowie der Stromwendung durch sorgfältige Kleinarbeit in den letzten Jahren weiter gesteigert. Der Wirkungsgrad wurde durch Verminderung der zusätzlichen Verluste in den Ankerleitern und durch Verwendung neuerer Bleche mit kleineren Verlustziffern verbessert.

Zur Verminderung der zusätzlichen Verluste durch Stromverdrängung kommen Kunststäbe, die zuerst bei Synchronmaschinen allgemein verwendet wurden, auch für die Ankerleiter von schnellaufenden Gleichstrommaschinen immer mehr in Verwendung. Es genügt in vielen Fällen, nur die Oberschicht in der Nut, wo die Stromverdrängung am stärksten auftritt, mit Kunststäben zu versehen. Bemerkenswert ist der im Gegensatz zu Synchronmaschinen oft sehr kleine Gesamtquerschnitt eines solchen Stabes. Solche kleinen Kunststäbe erhalten gewöhnlich nur in der Längsebene eine dünne Isolierungszwischenlage, während die übereinanderliegenden Teilleiter nur durch die natürliche Oxydhaut voneinander isoliert sind.

Im Gegensatz zur beschriebenen stetigen Entwicklung hat die Einführung der Nutendämpfer in den letzten zehn Jahren eine mehr sprunghafte Steigerung der Grenzleistungen ermöglicht. Die Nutendämpfer, deren praktische Bedeutung anfangs teilweise angezweifelt wurde, sind inzwischen bei einer beachtlichen Zahl größerer Maschinen mit besonders schwierigen Bedingungen verwendet worden und haben die an sie geknüpften Erwartungen erfüllt. Die Nutendämpfer sind in den Nuten untergebrachte kurzgeschlossene Windungen aus Kupfer, welche mit dem Nutenquerfluß möglichst streuungslos verkettet sind und ihn auf einen kleinen Restbetrag abdämpfen. Dadurch wird gleichzeitig zweierlei erreicht. Erstens wird die für die Stromwendung maßgebende Selbstinduktionsspannung der kommutierenden Ankerwindung verkleinert und damit die Möglichkeit zur Erlangung einer guten Stromwendung wesentlich verbessert. Zweitens wird durch die Abdämpfung des Nutenquerfeldes die Ursache der einseitigen Stromverdrängung in den Ankerleitern beseitigt, so daß massive Stabquerschnitte von beträchtlicher Höhe verwendet werden können, was den Entwurf einer Wicklung erleichtert. Es hat sich gezeigt, daß durch die Anwendung der Nutendämpfer der Strombelag in einzelnen Fällen bis zu 50 % gesteigert werden konnte, in anderen Fällen erlauben oft die Nutendämpfer eine Leistungssteigerung dadurch, daß bei gegebenem Ankerdurchmesser

Abb. 8a. Fördermotor, 4025 kW, ± 850 V, 58,6 U/min.

Abb. 8b. Läufer zum Fördermotor.

die Ankerlänge um 20 bis 30 % vergrößert werden kann, ohne die Stromwendungsbedingungen zu verschlechtern. Die Nutendämpfer sind besonders bei Ankerstromfrequenzen über 50 Hz und bei Maschinen mit großen stoßweisen Überlastungen von Vorteil. Die beiden Kennzeichen finden sich beispielsweise vereinigt bei Steuergeneratoren für Umkehrwalzenstraßen-Antriebe, die meistens für eine Betriebsdrehzahl von 600 bis 750 U/min ausgelegt werden.

In Abb. 6 ist ein Nutendämpfer schematisch dargestellt. Das Lichtbild eines Ankers mit Nutendämpfern ähnlich Abb. 6 ist in Abb. 7 wiedergegeben.

Eine bemerkenswerte Ausführung der letzten Jahre ist der in Abb. 8 a und b dargestellte Fördermotor für 4025 kW, ± 850 V, 58,6 U/min. Er ist in erster Linie durch seine Größe und Leistung ausgezeichnet, während seine elektrischen Daten keine besonderen Schwierigkeiten boten.

Der Läuferstern mit dem Stromwenderträger ist geschweißt, der Ständer gegossen. Die Pole sind beim normalen Betrieb in Reihe geschaltet, beim Seileinhängen werden sie vorübergehend zweifach parallel geschaltet, um ein möglichst starkes Feld zu erhalten.

Der in Abb. 9 dargestellte Umkehrwalzmotor ist bezüglich Durchmesser und Länge eine ausgesprochene Grenzleistungsmaschine. Die Dauerleistung beträgt 3500 kW, die Höchstleistung 10150 kW, das Höchstdrehmoment 300 tm. Die Maschine ist deshalb auch kommutierungstechnisch eine Grenzmaschine. Die Regelung erfolgt wie üblich durch veränderliche Ankerspannung (bis 33 U/min), außerdem durch Feldschwächung (bis 55 U/min); der Motor besitzt eine eigene Erregermaschine, die im Nebenschluß geregelt wird. Die Maschine wird durch einen Fremdbelüfter gekühlt.

Abb. 9. Umkehrwalzmotor für ein Panzerplattenwalzwerk, 300 mt Höchstdrehmoment; 0—33—55 U/min

R. Brüderlink VDE.

Eine Ersatzschaltung für die Prüfung von Hochleistungsventilen und Hochleistungsschaltern.

Von **Erwin Marx**, Braunschweig.

621. 314. 66. 022. 001. 4

Übersicht. Durch Verwendung von zwei getrennten Stromquellen, von denen die eine eine große Stromstärke, die andere eine hohe Spannung erzeugt, kann, wie in dem Aufsatz gezeigt wird, eine einwandfreie Prüfung von Hochleistungs-Lichtbogen-Löscheinrichtungen vorgenommen werden. Hierfür ist eine Sonderschaltung entwickelt worden, bei der eine Veränderung der Zeit zwischen Verlöschen des Stromes und Auftreten der Prüfspannung von wenigen Mikrosekunden bis zu beliebig großen Werten möglich ist. Die praktische Verwendung einer solchen Prüfanordnung für 2000 A (Scheitelwert) und für 150 kV (Scheitelwert) wird beschrieben und Versuchsergebnisse werden mitgeteilt.

I. Allgemeine Vorbemerkungen.

Unter dem Löschen eines Wechselstrom-Lichtbogens versteht man bekanntlich die Verhinderung seiner Neuzündung nach dem Nullwerden des Stromes durch die an der Lichtbogenstrecke wiederkehrende Spannung. Bei Behandlung dieses Löschvorganges empfiehlt es sich, die Zeitabschnitte vor dem Nullwerden des Lichtbogenstromes (Zeitabschnitt 1) und nach dem Nullwerden dieses Stromes (Zeitabschnitt 2) getrennt zu betrachten. Die elektrischen Verhältnisse im Zeitabschnitt 1 sind gekennzeichnet durch den Scheitelwert und den zeitlichen Verlauf des Lichtbogenstromes sowie durch die zu den einzelnen Augenblickswerten des Stromes gehörigen Werte der Lichtbogenspannung. Die Größe der Stromstärke ist dabei gegeben durch die Spannung der Stromquelle und durch die Widerstände des gesamten Stromkreises. Die Höhe der Lichtbogenspannung ist bedingt durch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und durch die Verhältnisse, unter denen der Lichtbogen brennt, nämlich Lichtbogenlänge, Stoff, in dem der Lichtbogen brennt, Kühlung, Elektrodenmaterial usw.

Im Zeitabschnitt 2 ist die Stromstärke praktisch Null. Es besteht kein Lichtbogen mehr, sondern nur noch die Nachwirkungen des verloschenen Lichtbogens. Die Stromstärke kann erst dann wieder anwachsen, wenn ein neuer elektrischer Durchschlag der Gasstrecke erfolgt ist. Von Beginn des Zeitabschnittes 2 an hat die Spannung an der Lichtbogenstrecke das Bestreben, sich an die Spannung der Stromquelle anzugleichen; dies erfolgt in Form eines Ausgleichvorganges.

Zur Untersuchung und Prüfung von Lichtbogen-Löscheinrichtungen für hohe Leistung dienen im allgemeinen Hochleistungs-Maschinensätze, die kurzzeitig die gleiche scheinbare Leistung aufbringen können, wie sie im praktischen Betriebe im Höchstfalle vorkommen kann. Die Tatsache, daß im Zeitabschnitt 1 nur die Betriebsstromstärke und die Lichtbogenspannung wirksam sind, im Zeitabschnitt 2 dagegen nur die Nachwirkung des Lichtbogens und die wiederkehrende Spannung, ermöglicht es, grundsätzlich zur Untersuchung von Lichtbogen-Löscheinrichtungen zwei getrennte Stromquellen zu verwenden. Die im Zeitabschnitt 1 wirkende Stromquelle sei Hauptstromquelle genannt. Wenn Scheitelwert und zeitlicher Verlauf des Stromes dieser Hauptstromquelle gleich den entsprechenden Werten des bei der praktischen Höchstbeanspruchung auftretenden Stromes sind, und wenn die Spannung der Hauptstromquelle mindestens gleich dem im praktischen Betrieb auftretenden Höchstwert der Lichtbogenspannung ist (infolge der zusätzlichen Spannungsabfälle in der Prüfschaltung wird man die Spannung der Hauptstromquelle besser 50 bis 100 % höher wählen, als der Höchstwert der Lichtbogenspannung beträgt), dann erzeugt die Hauptstromquelle genau die gleichen Bean-

spruchungen und Nachwirkungen der Lichtbogenstrecke wie der praktische Betrieb. Nach dem Nullwerden des Hauptstromes muß nun die Durchschlagspannung der Lichtbogenstrecke in Abhängigkeit von der Zeit, die seit dem Verlöschen des Lichtbogens vergangen ist, gemessen werden.

Hierzu soll eine Prüfspannungsquelle benutzt werden[1]). Da bei in der Praxis auftretenden Höchstbeanspruchungen von Lichtbogen-Löscheinrichtungen die Spannung nach dem Nullwerden des Stromes in außerordentlich kurzer Zeit wiederkehren kann[2]), muß auch das Ersatzprüfverfahren eine äußerst rasche Spannungswiederkehr erzeugen können. Es wurde, um dies zu ermöglichen, der folgende neue Weg gefunden und beschritten: Da der Löschzeitpunkt für den Hauptstrom bei Lichtbogen-Löscheinrichtungen in den einzelnen Betriebsperioden verschieden ist, kann nur dadurch eine rasche Spannungsprüfung vorgenommen werden, daß der Prüfspannungskreis durch die Strom- oder Spannungsvorgänge, die sich beim Verlöschen des Lichtbogens im Hauptstromkreis abspielen, gesteuert wird. Eine solche Steuerung (Einleitung des Spannungsprüfvorganges) wird am zweckmäßigsten unter Verwendung von gittergesteuerten Gasentladungsgefäßen vorgenommen. Die Gittersteuerung des oder der Entladungsgefäße kann durch die an der Lichtbogenstrecke wiederkehrende Spannung oder durch das Nullwerden der Spannung an einem vor die Lichtbogenstrecke geschalteten Widerstand oder durch die beim Verlöschen des Lichtbogens eintretenden raschen Strom- oder Spannungsänderungen beeinflußt werden. Die Zeitdauer zwischen Verlöschen des Stromes und Auftreten der Prüfspannung kann dann durch zusätzliche Verzögerungskreise verändert werden.

II. Prüfanlage für 2000 A und 150 kV.

Durch Versuche ergab sich, daß es am zweckmäßigsten ist, den Prüfspannungskreis dadurch zu steuern, daß der Spannungsabfall an einem Wirkwiderstand zur Steuerung eines Gasentladungsgefäßes herangezogen wird. Dieser Widerstand ist der zu prüfenden Lichtbogenstrecke vorzuschalten. Möglichst kurze Zeit nach dem Zeitpunkt, in dem dieser Spannungsabfall an dem Vorwiderstand zu Null wird, muß das Gasentladungsgefäß geöffnet werden[3]). Ohne auf die Entwicklung der Versuchsschaltung einzugehen, sei kurz eine solche Prüfanlage in Schaltung, Aufbau und Arbeitsweise beschrieben. Diese Anlage wurde errichtet zur Untersuchung der Sperrfähigkeit von Lichtbogenventilen mit strömendem Gas. Eine Prüfung von Hochleistungsschaltern ist, wie später noch angegeben wird, mit der gleichen Anordnung möglich.

Das Zusammenwirken der einzelnen Stromkreise der Schaltung sei an Hand der Abb. 1 betrachtet. Der Prüfling ist ein Lichtbogenventil; seine periodische Zündung erfolgt unter Verwendung eines Hilfslichtbogens in bekannter Weise[4]) zu einem bestimmten Zeitpunkt der Periode der Hauptspannung. Durch die Zündung tritt der Hauptstromkreis in Tätigkeit, der ebenfalls an den Prüfling angeschlossen ist. Beim Verlöschen des Hauptlichtbogens wird der Steuerkreis in der bereits angedeuteten Weise angestoßen; durch ihn wird weiter der Verzögerungskreis zum Anlauf gebracht. Nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit wird schließlich durch den Steuerkreis der Prüfspannungskreis zum Ansprechen gebracht, durch den ein Spannungsstoß auf den Prüfling gegeben wird. Zur Feststellung, ob der Prüfspannungsstoß im Prüfling zu einem Durchschlag führt oder nicht, sowie zur Bestimmung der Zeitdauer, die zwischen Verlöschen des Hauptstromes und Auftreten der Prüfspannung vergeht, dient der an den Hauptstromkreis angeschlossene Beobachtungskreis.

Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau der Ersatz-Prüfschaltung.

Abb. 2. Hauptstromkreis.

Zu den einzelnen Stromkreisen sei das Folgende ausgeführt. Den Hauptstromkreis zeigt Abb. 2. An den Punkten g und h liegt die Hauptstromquelle, die eine Nennspannung von 760 V und einen Nennstrom von 360 A besitzt; aus ihr kann bei einer Strombelastung nur in einer Halbwelle und einem späten Zündzeitpunkt eine Stromstärke bis zu 2000 A (Scheitelwert) kurzzeitig entnommen werden. An dem Widerstand R_3 tritt ein Spannungsabfall auf, der der Hauptstromstärke proportional ist. AT ist ein Tesla-Transformator, über den der Beobachtungskreis angeschlossen ist; P ist der Prüfling; L_1 L_2 sind Luftdrosselspulen, die zusammen mit C_1 zum Fernhalten des Prüfspannungsstoßes von der Hauptstromquelle dienen. Wenn der Lichtbogen in P verlischt, so klingt infolge der Wir-

[1]) Derartige Versuche sind bereits früher durchgeführt worden, siehe z. B. Marx, Erwin: Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, S. 107 u. f.; Berlin: Verlag Julius Springer 1932. Die dort beschriebenen Einrichtungen haben jedoch entweder den Nachteil, daß nur zwei in Reihe geschaltete Lichtbogenstrecken geprüft werden können oder daß die Zeit zwischen Verlöschen des Hauptstromes und Auftreten der Prüfspannung nicht genügend klein gemacht werden kann. Auch bei der von St. Widmer, Bericht Nr. 221 der Sektion 18 der II. Weltkraftkonferenz 1930, angegebenen Schaltung besteht, wie dort auch angegeben ist, der Nachteil, daß eine sehr rasche Spannungswiederkehr bei der Prüfung nicht erzielt werden kann.

[2]) Siehe z. B. Biermanns, ETZ 50 (1929) S. 1075.

[3]) Hansheinrich Verse führte die Untersuchungen durch und baute die Prüfanordnung aus. Der praktischen Anwendung der obigen Grundgedanken stellten sich zunächst manche Schwierigkeiten entgegen, z. B. waren das genaue Zusammenarbeiten der einzelnen Teile der Gesamtschaltung, die einfache Veränderung der Prüfverzögerungszeit und die Eichung der Anordnung nicht leicht zu erreichen. Die Wege zur Behebung der Schwierigkeiten wurden in der Hauptsache von Verse gefunden; er wurde dabei von Norman Lieber und Willy H. Meyer unterstützt. Norman Lieber arbeitete besonders mit an der Ausgestaltung des Prüfspannungskreises. Willy H. Meyer baute die Prüfanlage auf höhere Strom- und Spannungswerte um. Eine ausführliche Beschreibung der Schaltung und ihrer Wirkungsweise befindet sich in der Dissertation Verse, Braunschweig 1936. Die obige Darstellung enthält nur die wichtigsten Gesichtspunkte. Abb. 1 bis 3 wurden aus der Dissertation Verse entnommen.

[4]) Erw. Marx u. H. Buchwald, ETZ 55 (1934) S. 861, vor allem Abschn. II.; Erw. Marx, Cigre-Bericht (1935) Nr. 308; W. H. Meyer, VDE-Fachberichte (1935) S. 79.

kung von C_1 und L_2 der Strom in R_3 in Form einer Schwingung ab. Wenn die Spannung zwischen den Punkten a und b erstmalig durch Null hindurchgeht, wird der an diese Punkte angeschlossene Steuerkreis angestoßen. An die Punkte c und d der Abb. 2 ist ferner der Zündkreis, an die Punkte c und e eine Meßfunkenstrecke und an die Punkte b und e der Prüfspannungskreis angeschlossen.

Der Zündkreis, der durch einen Taster in Tätigkeit gesetzt werden kann, erzeugt periodisch Hilfslichtbögen im Prüfling, durch die der Hauptstrom eingeleitet wird. Durch einen synchron umlaufenden Kurzschlußkontakt wird dafür Sorge getragen, daß die Prüfspannungsstöße in der Zündanlage keinen Schaden anrichten.

In dem Steuerkreis sind zwei gittergesteuerte Gasentladungsgefäße vorhanden. An Kathode und Gitter des ersten Gefäßes sind über Widerstände und eine kleine Gleichstromquelle die Punkte a und b des Hauptstromkreises angeschlossen. In dem Augenblick, in dem die Spannung zwischen a und b zu Null wird, öffnet dieses erste Gasentladungsgefäß. Die dadurch zwischen seiner Kathode und Anode erzeugte Spannungsänderung wirkt auf den Verzögerungskreis ein, in dem eine weitere kleinere Gleichstromquelle, ein Schiebewiderstand und eine Kapazität vorhanden sind. Der Verzögerungskreis wirkt auf das im Steuerkreis vorhandene zweite Gasentladungsgefäß ein. Durch Veränderung des Schiebewiderstandes im Verzögerungskreis wird der Zeitverzug zwischen Ansprechen des ersten und zweiten Ventils im Steuerkreis eingestellt. Der Zeitverzug ergibt sich aus der Anzeige eines Spannungsmessers, der unmittelbar in Mikrosekunden geeicht werden kann. Durch das Öffnen des zweiten Ventils im Steuerkreis wird ein Tesla-Tranformator in Tätigkeit gesetzt, der eine Reißfunkenstrecke[5]) zum Ansprechen bringt. Diese Reißfunkenstrecke wirkt nun schließlich auf eine Zündfunkenstrecke im Prüfspannungskreis ein. Die Prüfspannungsquelle besteht aus einer üblichen Stoßprüfanlage, die im vorliegenden Falle eine Verdreifachungsschaltung[6]) besitzt. Die Kurvenform des Spannungsstoßes läßt sich in bekannter Weise durch Widerstände einstellen[7]). Der Prüfspannungskreis ist, wie bereits gesagt wurde, an die Punkte b und e des Hauptstromkreises angeschlossen. Der Scheitelwert der durch die Prüfspannungsquelle zwischen den Elektroden des Prüflings erzeugten Spannung wird durch eine an die Punkte c und e angeschlossene Meßfunkenstrecke bestimmt.

Der Beobachtungskreis enthält ein Braunsches Rohr mit Glühkathode und mit zwei senkrecht zueinander angeordneten Ablenkplattenpaaren. Das eine Plattenpaar wurde an die Punkte b und f der Abb. 2 angeschlossen. Durch diese Anordnung war es möglich, sowohl ein Bild des Hauptstromes als auch ein Bild der Prüfspannung auf dem Leuchtschirm zu erzeugen. Solange der Hauptstrom fließt, tritt zwischen b und f praktisch nur der Spannungsabfall auf, der durch den Hauptstrom zwischen den Punkten b und i erzeugt wird. Dieser Spannungsabfall ist der Hauptstromstärke proportional. Vom Verlöschen des Lichtbogens an bis zum Auftreten der Prüfspannung ist die Spannung zwischen b und f Null. Beim Auftreten des Prüfstoßes fließt ein steiler Stromstoß durch die Primärseite von AT. Dadurch wird in der Sekundärseite von AT durch Stoßerregung eine hohe Spannung erzeugt, die in Form einer hochfrequenten Schwingung ausklingt. An dem anderen Plattenpaar des Braunschen Rohres liegt eine Wechselspannung von 50 Hz. Diese Wechselspannung wurde bis zu 1900 V (Scheitelwert) gesteigert, während zu einer Strahlablenkung bis zu den Rändern des Leuchtschirmes nur eine Spannung von etwa 300 V (Scheitelwert) notwendig war. Der Strahl bewegt sich dadurch 50mal in der Sekunde mit sehr großer Geschwindigkeit über den Leuchtschirm hinweg und es entsteht im Sichtbereich des Leuchtschirmes eine fast zeitproportionale Ablenkung. Zur Wanderung des Strahles von einem Rand des Leuchtschirmes bis zum anderen war bei größter Ablenkgeschwindigkeit nur eine Zeit von etwa 900 µs notwendig. Durch einen Drehregler kann die Ablenkspannung in ihrer Phasenlage zur Hauptspannung so verändert werden, daß sowohl das Verschwinden des Hauptstromes wie das Auftreten der durch den Prüfstoß erzeugten Schwingung zu sehen sind. Es entsteht dadurch auf dem Leuchtschirm der in Abb. 3 dargestellte Linienzug. Aus dem mit „Prüfverzögerungszeit" benannten Abstand ist die Zeit in Mikrosekunden zu entnehmen, die zwischen Nulldurchgang des Hauptstromes und Auftreten der Prüfspannung vergeht. Aus dem Verlauf der durch den Prüfstoß erzeugten hochfrequenten Schwingung ist zu erkennen, ob durch den Stoß ein Durchschlag am Prüfling erzeugt wurde oder nicht[8]). Mit dem Beobachtungskreis wurde festgestellt, daß die Prüfanordnung bis herab zu Spannungsrückkehrzeiten von 30 µs mit Sicherheit zu verwenden ist. Kürzere Prüfverzögerungszeiten lassen sich wegen der in der Schaltung vorhandenen unvermeidbaren Verzögerungen nicht erzielen.

Abb. 3. Bild des Prüfvorganges auf dem Leuchtschirm des Braunschen Rohres.

Der Aufbau der gesamten Prüfanordnung einschließlich Prüfling, jedoch ausschließlich Hauptstromquelle, ist in einem Raum von 34 m² Grundfläche erfolgt. Die Bedienungsplätze sind gegenüber den unter Hochspannung stehenden Anlageteilen abgesperrt; Steuerkreis, Verzögerungskreis und Beobachtungskreis sind durch Metallgehäuse sorgfältig gegen magnetische Felder abgeschirmt, da sonst die durch hohe Stromstärke erzeugten Felder Störungen in diesen Kreisen hervorrufen. Alle wichtigen Betätigungsschalter sind von einem Hauptbedienungsplatz aus zu erreichen, vor dem auch das Braunsche Rohr angebracht ist.

Zur Durchführung der Prüfung werden zunächst die gewünschten Betriebsbedingungen am Prüfling eingestellt und alle Stromkreise werden in den Bereitschaftszustand versetzt. Der Abstand der Zündfunkenstrecke im Prüfspannungskreis wird so eingestellt, daß die zu erwartende Höhe der Durchschlagsspannung am Prüfling bei mittlerer Prüfverzögerungszeit erzielt wird. Dann wird die Aufladespannung im Prüfspannungskreis bis dicht unter die Überschlagspannung der Zündfunkenstrecke gesteigert, so daß die Stoßanlage bei einem Überschlag an der Reißfunkenstrecke anspricht. Die Verzögerungszeit wird durch Widerstandsveränderung im Verzögerungskreis zunächst stets auf den kleinstmöglichen Wert eingestellt. Wenn nun mit Hilfe des Tasters im Zündkreis der Hilfslichtbogen eingeschaltet wird, läuft der

[5]) S. C. Fröhner, Dissertation T. H. Dresden, 1930.

[6]) Erw. Marx, DRP 455 933; ETZ 45 (1924) S. 652; Hescho.-Mitt. (1924) H. 10.

[7]) Vgl. N. Lieber, Hescho.-Mitt. (1935) H. 71/72. VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen", veröffentlicht: ETZ 54 (1933) S. 290; 55 (1934) S. 522.

[8]) An Stelle des Braunschen Rohres kann natürlich auch ein Kathodenstrahl-Oszillograph benutzt werden, mit dem die Vorgänge photographisch aufgenommen werden können. Im vorliegenden Falle erschien jedoch ein einfaches Braunsches Rohr völlig ausreichend.

Prüfvorgang selbsttätig ab und auf dem Leuchtschirm des Braunschen Rohres ist zu erkennen, wie groß die Verzögerungszeit ist und ob ein Durchschlag am Prüfling erfolgte. Die Taste im Zündkreis wurde jedesmal nur kurzzeitig niedergedrückt. Nach wenigen Sekunden kann eine neue Prüfung erfolgen. Bei sehr kleiner Verzögerungszeit werden im allgemeinen zuerst regelmäßige Durchschläge auftreten. Die Verzögerungszeit wird dann schrittweise so weit erhöht, bis bei zehn aufeinanderfolgenden Prüfungen kein Durchschlag mehr erfolgt. Die so gewonnenen Punkte ergeben dann Sperrfähigkeitskurven nach Abb. 4. Mit der Schaltung kann entweder jeweils nach der ersten Halbwelle des Hauptstromes oder auch während eines längeren Gleichrichterbetriebes geprüft werden.

Sperrfähigkeit in % der Leerlaufspannung

Gesamtverzögerung

Abb. 4. Die Sperrfähigkeit eines Lichtbogenventils bei verschiedenen Betriebsbedingungen in Abhängigkeit von der Prüfverzögerungszeit. Die Sperrfähigkeit ist angegeben in Prozenten der ohne vorherigen Stromdurchgang vorliegenden Durchschlagsspannung.

Die Abb. 4 zeigt einige Kurven, die mit dieser Prüfanlage gewonnen wurden[9]). Die Kurven unterscheiden sich durch verschiedene Anordnungen und Betriebsbedingungen (stündliche Luftmengen und Drucke) am Prüfling. Die Aufnahme einer der dargestellten Kurven dauert etwa 2 h. Man sieht, daß sich die einzelnen Meßpunkte gut in einen Kurvenverlauf einfügen und erkennt anderseits, daß die Betriebsbedingungen im Ventil von entscheidendem Einfluß auf seine Sperrfähigkeit sind. Die einzelnen Kurven sind in dem gewählten logarithmischen Maßstab etwa parallel zur Abszissenachse verschoben[10]).

In entsprechender Weise wie die Untersuchung von Hochleistungsventilen kann auch die Prüfung von Hochleistungsschaltern vorgenommen werden. Bedingung ist auch dabei, daß die Spannung der Hauptstromquelle höher ist als die Lichtbogenspannung an der Schaltstrecke. Da man mit Recht bei neuzeitlichen Schaltgeräten großen Wert darauf legt, die Lichtbogenspannung beim Löschen kleinzuhalten, kommt man mit Hauptstromquellen von verhältnismäßig kleiner Leistung aus. Je nach Bauart der zu prüfenden Schalter kommen verschiedene Wege für die Durchführung einer Prüfung mit der Ersatzschaltung in Frage. Man kann z. B. den Schaltstift fest einstellen und den Hauptlichtbogen durch einen dünnen Draht einleiten, der vor dem Einschalten der Hauptstromquelle zwischen die Elektroden gebracht worden ist. Die Spannungsprüfung erfolgt dann nach dem Verlöschen des Hauptstromes; mit ihr kann man die Sperrfähigkeit in Abhängigkeit von der Spannungsrückkehrzeit sowie von der Stellung des Schaltstiftes ermitteln. Bei Hochleistungsschaltern ist es nicht unbedingt nötig, den Lichtbogen schon nach der ersten Brennhalbwelle zu löschen. Will man mit der Ersatzprüfschaltung mehrere aufeinanderfolgende Halbwellen des Hauptstromes erzeugen, so muß man den Hauptstrom periodisch durch eine Hilfszündung einleiten[11]) und nach jedem Verlöschen erneut die Sperrfähigkeit messen. Mit einer solchen Einrichtung kann man auch Schalter bei der normalen Schaltbewegung prüfen.

III. Schlußbetrachtung.

Am Schlusse sei nochmals ein Vergleich zwischen der Wirksamkeit der Ersatzprüfschaltung mit den Vorgängen bei der Prüfung mit einem Hochleistungsaggregat angestellt. Bei beiden Verfahren sind die Bedingungen an der Lichtbogenstrecke während des Hauptstromdurchganges die gleichen, wenn die Augenblickswerte der Ströme gleich sind. Deshalb bestehen auch die gleichen Nachwirkungen des Lichtbogens. Der zeitliche Verlauf der auftretenden Sperrspannung ist jedoch bei den beiden Prüfungsarten verschieden. Bei der Hochleistungsprüfung steigt die Sperrspannung in einem Schwingungszug an der Lichtbogenstrecke an und erreicht nach bestimmter Zeit ihren Höchstwert. Bei der Ersatzprüfung dagegen liegt nach dem Verlöschen des Hauptstromes bis zum Auftreten der Prüfspannung praktisch keine Spannung an der Lichtbogenstrecke. Es besteht die Möglichkeit, daß dadurch die Prüfergebnisse beeinflußt werden. Allerdings ist anzunehmen, daß die bei der Prüfung mit einem Hochleistungsaggregat langsamer ansteigende und länger an der Lichtbogenstrecke liegende Sperrspannung eine Entionisierung des Gebietes zwischen den Elektroden und dadurch eine höhere Durchschlagspannung zur Folge hat, als dies bei der Ersatzprüfschaltung der Fall ist. Die Ersatzprüfschaltung ergibt demnach wahrscheinlich etwas ungünstigere Werte als die Prüfung mit einem Hochleistungsaggregat. Bei der Prüfung von Schaltern mit der Ersatzprüfschaltung sind Schalterexplosionen nicht zu befürchten, weil ja nur wenige Perioden des Hauptlichtbogens gezündet werden und weil ein „Stehenbleiben" des Hauptlichtbogens durch beide Halbperioden hindurch kaum in Frage kommt.

Bei dem sehr hohen Preis der Hochleistungs-Prüfaggregate sind bisher nur an ganz wenigen Stellen in Deutschland Untersuchungen auf dem Gebiete der Lichtbogenlöschung bei großer Leistung möglich gewesen. Reine Forschungsstätten können sich solche Hochleistungs-Prüfeinrichtungen nicht beschaffen. Die Anlagekosten der beschriebenen Ersatzprüfanordnung und insbesondere ihre Betriebskosten sind jedoch klein. Es ist durch ihre Anwendung die Möglichkeit gegeben, daß an weit mehr Stellen als bisher systematische Forschungen auf dem praktisch so wichtigen Gebiete der Lichtbogenlöschung durchführbar werden.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Helmholtz-Gesellschaft, die Mittel zur Beschaffung von Geräten für diese Prüfschaltung zur Verfügung stellten, sei herzlich gedankt. Auch der Elektrizitätswerk Braunschweig AG. sowie der AEG, die die Transformatoren für den Hauptstromkreis zur Verfügung stellten, danke ich.

Zusammenfassung.

In dem Aufsatz wird gezeigt, in welcher Weise man die Prüfung von Lichtbogen-Löscheinrichtungen mit einer Ersatzschaltung durchführen kann. Der Aufbau einer solchen Schaltung, mit der sowohl Lichtbogenventile wie Schalter für sehr hohe Leistungen untersucht werden können, wurde geschildert. Kosten und Platzbedarf dieser Prüfschaltung sind sehr gering gegenüber denen eines Hochleistungsaggregrates, während die Prüfergebnisse beider Einrichtungen nach Ansicht des Verfassers als gleichwertig zu betrachten sind.

[9]) Die Versuche führte Willy H. Meyer aus.

[10]) Eine genauere Erörterung der Prüfergebnisse bei verschiedenen Elektrodenformen, Strömungen, Drucken usw. soll in einer späteren Veröffentlichung erfolgen; hier kam es nur auf die Schilderung der Wirkungsweise der Prüfanlage an.

[11]) Für diese periodische Zündung kommt z. B. eine Hochfrequenz-Funkenzündung in Frage, wie sie an den folgenden Stellen beschrieben ist: Marx, Erwin: Lichtbogen-Stromrichter. Berlin: Julius Springer 1932. — Göschel, Heinz, Z. VDI 77 (1933) S. 291.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 36. 047 **Transformatorströme unter den Bürsten von Wechselstrom-Kommutatormotoren.** — Unter Hinweis auf die Bedeutung der Transformatorspannung für die Stromwendung bei Wechselstrom-Kommutatormotoren berichtet A. J. Moskwitin über eingehende Versuche, die zur Klärung des Einflusses übermäßig hoher Transformatorspannungen, zur Bestimmung der Größe der durch sie erzeugten Kurzschlußströme (weiterhin als Transformatorströme bezeichnet) sowie zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Transformator- und den Belastungsströmen dienten. Abb. 1 bringt die Schaltung zur Untersuchung der Vorgänge unter der Bürste in Abhängigkeit von der Transformatorspannung. K bedeutet den Stromwender mit den beiden Versuchsbürsten, die auf einem Bürstenbolzen sitzen. Da der Motor kein Drehmoment aufbringen kann, wird er von einem in der Drehzahl regelbaren Motor M angetrieben. Durch Änderung der Erregung des Kommutatormotors wird die Transformatorspannung beliebig eingestellt. Sie wird im Stillstand des Motors unmittelbar zwischen zwei benachbarten Stegen unter der (abgehobenen) Bürste gemessen; beim Lauf dient dazu eine Meßschleife, die in zwei um eine Polteilung auseinanderliegenden Ständernuten eingelegt ist. Der Belastungsstrom für die Bürsten wird von einem regelbaren Spartransformator T geliefert, der über einen Drehtransformator gespeist wird, um den Belastungsstrom nicht nur in der Größe, sondern auch in der Phasenlage ändern zu können. Die Phasenverschiebung wird mit Hilfe eines Wattmeters W festgestellt. Es wurden zunächst die Spannungswerte bestimmt, die zum Aufglühen der Bürsten im Stillstand führten. Bei abgehobenen Bürsten wurde die Erregung für die gewünschte Transformatorspannung eingestellt und nach Wiederauflegen der Bürsten wieder eingeschaltet. Die Zeiten bis zum Aufglühen der Bürsten wurden sowohl ohne Belastungsstrom als auch bei verschiedenen Belastungsströmen beobachtet. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Es zeigte sich, daß die zum Aufglühen im Stillstand erforderliche Transformatorspannung bei den untersuchten harten Bürsten etwa 4,5 V und bei Bürsten nicht russischen Ursprungs (QS) etwa 4,75 V betrug. Der Belastungsstrom, der bis auf 20 A/cm² gesteigert wurde, hatte lediglich Einfluß auf die Zeit, die zum Aufglühen erforderlich war, nicht aber auf die Spannung selbst. Wie weitere Versuche zeigten, ist das darauf zurückzuführen, daß die durch die Transformatorspannung bedingten Transformatorströme wesentlich höhere Beanspruchungen der Bürsten ergeben. Beim Lauf des Motors wurde kein Aufglühen der Bürsten beobachtet, obwohl die Transformatorspannung bis auf 6 V gesteigert und die Drehzahl bis auf 50 U/min (5 % der Nenndrehzahl) herabgeregelt wurde. Der Verfasser führt das auf Vergrößerung der Stromwender-Abkühlfäche beim Lauf der Maschine zurück. Es läge nahe, zu vermuten, daß der beim Lauf auftretende größere Bürstenübergangswiderstand die Ursache hierfür sei, jedoch haben Versuche ergeben, daß diese Widerstandsvergrößerung nur etwa 15 % ausmacht. Das in der Praxis vorkommende Auslöten der Fahnen und Anbrennen der Bürsten hält der Verfasser nur beim Anlaufen des Motors für möglich, und zwar nur im ersten Augenblick, solange er noch steht.

Abb. 1. Schaltbild für die Versuche zur Bestimmung des Bürstenübergangswiderstands, des Aufglühens und des Feuerns der Bürsten.

Zahlentafel 1. Transformatorspannungen und Zeiten, in denen die Bürsten im Stillstand zum Aufglühen kommen, bei verschiedenen Belastungsströmen.

Stromdichte des Hauptstromes I_a A/cm²	Bürsten T neu		Bürsten T alt		Bürsten QS	
	U_t V	t s	U_t V	t s	U_t V	t s
0	4,5	20	4,5	20	4,75	45
4	4,5	18	4,5	15	4,75	45
8	4,5	12	4,5	20	4,75	20
12	4,5	12	4,5	20	4,5	30
16	4,5	12	4,5	15	4,5	20
20	4,5	12	4,5	11	4,5	20

Die Zusammenhänge zwischen Transformatorspannung und Transformatorstrom wurden an Hand der in Abb. 2 wiedergegebenen Schaltung untersucht. $B_1 — B_2$ ist die in zwei Hälften unterteilte Versuchsbürste, die auf einem Schleifring läuft. Die Bürstenhälften werden durch einen Leiter verbunden, der die Sekundärwicklung des Transformators T bildet und in dem die gewünschte Transformatorspannung induziert werden kann. Der Transformator T wird über einen regelbaren Spartransformator AT_1 und dieser wiederum über einen Drehtransformator gespeist, so daß gleichzeitig Größe und Phase des Transformatorstromes geändert werden können. Der Belastungsstrom wird von einem zweiten regelbaren Spartransformator AT_2 geliefert. Der Strom teilt sich im Mittelpunkte a der Sekundärwicklung des Transformators T, fließt über die beiden Hälften der Versuchsbürste und kehrt über den Schleifring und die Bürste B_3 zurück. Bei fehlendem Transformatorstrom verteilt sich der Belastungsstrom gleichmäßig über beide Bürstenhälften. Wird der Transformatorstrom überlagert, so entstehen nahezu die Verhältnisse, wie sie unter der Bürste eines Kommutatormotors beobachtet werden. Der Unterschied besteht darin, daß das Unterbrechen des Transformatorstromes beim Ablaufen der Bürste von den einzelnen Stegen und die Stromwendung des Belastungsstromes fehlen. Die Bürste ist somit bei der Versuchsanordnung in günstigeren Bedingungen. Der Vorzug der Schaltung liegt darin, daß der Transformatorstrom geändert und gemessen, und daß die Überlagerung der Ströme unter der Bürste verfolgt werden kann. In Abb. 3 ist die festgestellte Abhängigkeit zwischen Strom und Spannung für die untersuchten Bürsten wiedergegeben. Die Bürstenbeanspruchung durch den Strom ist beträchtlich und erreicht den Wert von 40 A/cm² bei den harten Bürsten bei 5 V und bei den weichen sogar schon bei 2,2 V Transformatorspannung. Darauf ist der festgestellte geringe Ein-

Abb. 2. Schaltbild für die Versuche zur Bestimmung der Transformatorströme.

fluß des Belastungsstromes beim Aufglühen der Bürsten zurückzuführen. Die Kurven in Abb. 3 decken sich nahezu mit den Kurven des gemessenen Spannungsabfalls unter den Bürsten.

Wird dem Transformatorstrom der Belastungsstrom überlagert, so ändern sich die in den Bürstenhälften fließenden Teilströme I_1 und I_2 nicht gleichmäßig. Aus den Strömen I_1, I_2 und I_a kann der Phasenwinkel zwischen dem Transformator- und dem Belastungsstrom ermittelt werden. Bei $I_1 + I_2 = I_a$ ist der Winkel 0 ° und bei $I_1 = I_2$ ist er 90 °. Die Versuche wurden so durchgeführt, daß bei konstant gehaltener Transformatorspannung der Belastungsstrom geändert und hierbei die Ströme I_1, I_2 und I_a abgelesen wurden. Da für die Praxis nur eine Phasenverschiebung von 90 ° von Interesse ist, wurden diese Meßwerte herausgegriffen und der Transformatorstrom nach der Formel

$$I_t = \sqrt{I_1^2 - \left(\frac{I_a}{2}\right)^2}$$

errechnet. In Abb. 4 ist die Bürstenbelastung durch den Transformatorstrom in Abhängigkeit vom Belastungsstrom für verschiedene Spannungswerte dargestellt. Danach macht sich der Belastungsstrom nur bei niedrigen Transformatorspannungen — bis etwa 2 V — bemerkbar; bei höheren Werten, die für das Aufglühen und Feuern der Bürsten maßgebend sind, ist der Belastungsstrom von geringerer Bedeutung. — Unter dem Hinweis, daß bei einem Phasenverschiebungswinkel von 0 ° (180 °) der Transformatorstrom beim Hinzukommen des Belastungsstromes kleiner wird, bringt der Verfasser ein zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung dieses Stromes, das hier fortgelassen ist, da dieser Fall von geringerer Bedeutung ist.

Abb. 3. Abhängigkeit zwischen Transformatorstrom und Transformatorspannung bei fehlendem Belastungsstrom.

Abb. 4. Abhängigkeit des Transformatorstromes vom Belastungsstrom bei einem Phasenwinkel von 90 °.

Gibt die vom Verfasser gewählte Versuchsanordnung, wie er selbst betont, keine vollkommene Nachbildung der Verhältnisse bei einem Wechselstrom-Kommutatormotor, so sind die Versuche dennoch von Interesse, da sie zur Untersuchung der schwierigen Frage der Stromwendung beitragen. [A. J. Moskwitin, Electritchestvo 56 (1935) H. 20, S. 17.] *Wh.*

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 67. 021. 001. 5 **Vorstrommessungen an einem gasgefüllten Entladungsgefäß mit zwei Gittern.** — Der vor der Zündung in einem gittergesteuerten Gasentladungsgefäß fließende Strom, der Vorstrom, ist schon von verschiedenen Seiten Gegenstand der Untersuchung geworden. Diese Untersuchungen sind nun von K. Mahla auf ein Gefäß mit zwei Gittern ausgedehnt worden. In einem Versuchsgefäß mit zwei sich eng gegenüberstehenden Gittern, das mit Quecksilberdampf von 90 ° C betrieben wurde, wurden die Vorströme zur Anode und zu den beiden Gittern abhängig von den beiden Gitterspannungen gemessen, wobei jeweils die eine Gitterspannung und die Anodenspannung Parameter waren. Diese Messungen ergeben im allgemeinen einen gleichmäßig ansteigenden leicht verständlichen Verlauf, wenn die Spannung des Anodengitters verändert wird. Sie sind aber interessanter, wenn die Spannung des Kathodengitters unabhängige Veränderliche ist. Die Ergebnisse solcher Messungen schließen sich bei negativen Spannungen des Kathodengitters eng an die entsprechenden des Eingitterrohres an. Anoden- und Kathodengitter-Vorstrom sind mit Anoden- und Gittervorstrom des Eingitterrohres vergleichbar und folgen den gleichen Gesetzen. Bei positiven Spannungen des Kathodengitters treten Abweichungen auf. Alle Vorströme zeigen hier einen sehr unübersichtlichen Verlauf. Es sind aber alle Vorströme einander in ganz grober Annäherung proportional und können auch in ihrem Verlauf entsprechenden Stellen der Zündkennlinie zugeordnet werden. Diese Vorströme werden eingehend besprochen und können mit Hilfe von Elektronenstrommessungen im Hochvakuum unter entsprechenden Bedingungen gedeutet werden. Dabei ergibt sich, daß die Elektronenauslösung der Ionen durch positive Raumladungen wesentlich ist, und daß sie stark von dem im Kathodenraum ankommenden Ionenstrom abhängig ist, der von den beiden Gitterspannungen gesteuert wird. Daneben sind die Vorströme beeinflußt von der Lage eines Potentialminimums im Kathodenraum, in dem die Trägerdichte besonders hoch ist. Dieses Minimum wandert vom Kathodengitter zur Kathode, wenn die Spannung des Kathodengitters von negativen Werten her erhöht und allmählich positiv gemacht wird. Diese Vorstellungen geben auch die Erklärung für die Höhe des zur Zündung notwendigen Vorstromes, und ebenso kann die Zündkennlinie aus ihnen verständlich gemacht werden. [K. Mahla, Z. techn. Physik 17 (1936) S. 19 u. 36.] *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 398[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Elektrizitätszählerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System 189, die Formen DO 8 und TDO 8, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom,

II. System 190, die Formen DU 8 und TDU 8, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, sämtlich hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 16. Dezember 1935.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung[2]).

Zu I.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form DO 8 sind für solche Mehrphasen-Wechselstromanlagen bestimmt, in denen zwei messende Systeme zur Messung der verbrauchten elektrischen Arbeit bei beliebig verteilter Belastung und beliebigen Phasenverschiebungen genügen. Sie können für Nennstromstärken von 5 bis 100 A, für Nennspannungen bis 550 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. In der Ausführung als Doppeltarifzähler ohne eingebaute Umschaltuhr führen die Zähler die Formbezeichnung TDO 8.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler bestehen aus zwei übereinander angeordneten Induktionsmeßwerken. Auf jede der beiden auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Triebscheiben aus Aluminium wirkt eines der beiden Triebsysteme und ein Bremsmagnet.

3. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 6,8 bis 8,1 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 58 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu 35 bis 44 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen belief sich

[1]) Reichsministerialblatt 1936, S. 1.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 398. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

bei 110 V Nennspannung auf etwa 2 · 0,63 W und bei 550 V Nennspannung auf etwa 2 · 0,69 W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa 2 · 0,29 W und bei 100 A Nennstromstärke auf etwa 2 · 3,95 W, und zwar bei der Frequenz 50 Hz.

Zu II.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form DU 8 dienen zur Messung der verbrauchten elektrischen Arbeit in Drehstromanlagen mit und ohne Nulleiter bei beliebig verteilter Belastung und bei beliebigen Phasenverschiebungen. Sie können für Nennstromstärken von 5 bis 100 A, für Nennspannungen bis 555 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. In der Ausführung als Doppeltarifzähler ohne eingebaute Umschaltuhr führen die Zähler die Formbezeichnung TDU 8.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler sind Induktionszähler mit drei übereinander angeordneten messenden Systemen. Auf jede der drei auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Triebscheiben aus Aluminium wirkt eines der drei Triebsysteme. Auf die obere und die untere Triebscheibe wirkt je ein Bremsmagnet ein.

3. Eigenschaften.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennlast etwa 12,8 bis 14,2 cmg. Der Anlauf erfolgte bei induktionsloser Drehstrombelastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 87 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu 42 bis 48 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 64/110 V und bei 127/220 V Nennspannung etwa 3 · 0,66 W und bei 320/555 V Nennspannung etwa 3 · 0,70 W, bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa 3 · 0,29 W und bei 100 A Nennstromstärke auf etwa 3 · 4,50 W, bei der Frequenz 50 Hz.

Elektrisches Prüfamt 40. — Den Neckar-Werken, Aktiengesellschaft, in Eßlingen ist die Genehmigung erteilt worden[1]), als „Elektrisches Prüfamt 40" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar:

mit Gleichstrom	bis 600 A	900 V	im Amt
	bis 3000 A	850 V	am Betriebsort
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 2500 A	35 000 V	im Amt
	bis 1500 A	440 V	am Betriebsort
	bis 200 A	33 000 V	am Betriebsort.

Beleuchtung.

535. 24 **Neue Beobachtungen beim subjektiven Photometrieren.** — Bei der subjektiven Photometrie verschiedenfarbiger Lichtquellen nach dem Filterverfahren wird die von der Internationalen Beleuchtungskommission 1932 festgelegte spektrale Augenempfindlichkeitskurve für die Berechnung der Filterdurchlässigkeit zugrunde gelegt. Die systematischen Abweichungen, die die mit diesem Filterverfahren gewonnenen Ergebnisse gegenüber den mit dem Flimmerphotometer erhaltenen Werten zeigen, scheinen neuerdings durch Untersuchungen am Beleuchtungstechnischen Institut der T. H. Berlin ihre Erklärung zu finden, über die W. Arndt in der Mitgliederversammlung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft am 13. 2. 1936 berichtete. Beim Vergleich der gelben ($\lambda = 578$ mμ) gegen die grüne ($\lambda = 546$ mμ) Quecksilberlinie mit dem Bechsteinschen Flimmerphotometer, in das eine Umfeld-Beleuchtungseinrichtung eingebaut worden ist, ergab sich an Stelle des aus der Internationalen Augenempfindlichkeitskurve zu erwartenden Verhältnisses von 0,899 bei 50 Versuchspersonen im Mittel ein Wert von 1,035, also eine Abweichung von 15 %. Der kleinste beobachtete Wert betrug 0,937. Eine Änderung der Beleuchtungsstärke auf dem Photometerfeld in den Grenzen von 30 bis 100 lx ergab keine Änderung der Ergebnisse. Die Gesichtsfeldgröße des Photometers betrug 1,5 °, das konstant beleuchtete Umfeld hatte eine Größe von 30 °, seine Leuchtdichte konnte von 0 bis zum 3- bis 4fachen Betrag der Photometerfeld-Leuchtdichte geändert werden. Es wurden nur normale farbtüchtige Beobachter herangezogen. Eine stroboskopische Wirkung des Lichtes der mit Wechselstrom betriebenen Metalldampflampen auf den Schaltmechanismus des Flimmerphotometers war nicht festzustellen. Die Konstanz der Dampflampen wurde fortlaufend überwacht, zur Messung der Gesamtstrahlung diente eine geeichte Selensperrschichtzelle. Eine auf Grund der gemessenen Verhältniswerte der Augenempfindlichkeit bei den genannten Wellenlängen vorgenommene Berichtigung der Internationalen Augenempfindlichkeitskurve ergab die Bestätigung, daß bei der Messung von Neonlampen gegen rote Signalglühlampen nach dem Filter- und Flimmer-Photometerverfahren eine erheblich bessere Übereinstimmung beider Meßarten festzustellen war. [W. Arndt, Vortrag Dtsch. Lichttech. Ges. am 13. 2. 1936.] *Frh.*

621. 327. 3 : 535. 241. 44 **Welche Leuchtdichten sind mit Quecksilber-Hochdruckröhren erreichbar?** — In den vor einiger Zeit erfolgten Veröffentlichungen[1]) über die Quecksilber-Super-Hochdruckröhren wurden für die Leuchtdichte Werte von etwa 30 000 Sb angegeben. Diese Leuchtdichte war erzielt worden durch eine Entladung in einem wassergekühlten Quarzröhrchen von 2 mm Innendurchmesser mit einer Leistungsaufnahme von 600 W je cm Säulenlänge. Der Hg-Dampfdruck im Innern des Röhrchens betrug dabei etwa 100 at. Es interessiert nun die Frage, ob es möglich ist, eine weitere Steigerung der Leuchtdichte zu erzielen. Die theoretische Betrachtung der Temperaturverhältnisse des Quarzröhrchens zeigt, daß die bei konstanter Lebensdauer höchst zulässige Leistungsaufnahme des Röhrchens je cm Länge in erster Annäherung von dem Wert $R_2 : R_1$ (R_2 Außen- und R_1 Innendurchmesser des Quarzröhrchens) abhängt und nicht von den Absolutwerten der Abmessungen. Man kann also bei sonst gleichen Verhältnissen (konstante Leistung, konstanter Druck und konst. $R_2 : R_1$) den Innendurchmesser des Röhrchens verkleinern und die Entladung weiter einschnüren. Hierdurch ergibt sich eine Temperaturerhöhung der Entladungsbahn und damit eine Erhöhung der Leuchtdichte. Die Erhöhung der Leuchtdichte läßt sich jedoch nicht beliebig weit treiben; die Grenzen hierfür sind aber noch unbestimmt. Die theoretisch mögliche Steigerung der Lichtausbeute ist auch bereits praktisch erzielt worden. Durch Verkleinerung des Innendurchmessers auf 1 mm gelang es, bei einer Leistungsaufnahme von 1400 W/cm eine Leuchtdichte von ~ 210 000 Sb zu erhalten. Die Entladungstemperatur ist hierbei zu etwa 8900 ° K berechnet worden. [W. Elenbaas, Z. techn. Physik 17 (1936) S. 61.] *M. W.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 11 **Richtlinien für den Bau von neuzeitlichen Straßenbahnwagen.** — Auf Grund von Betriebserfahrungen verschiedener Verkehrsunternehmungen wurden von der Reichsverkehrsgruppe Schienenbahnen Richtlinien ausgearbeitet, die von Herrn Dipl.-Ing. Finck auf der Jahresversammlung in Nürnberg vorgetragen wurden und hauptsächlich folgende Punkte berührten: Im allgemeinen haben sich für den innerstädtischen Verkehr zweiachsige Triebwagen mit Endeinstiegen und einem Fassungsvermögen von 55 bis 65 Fahrgästen am besten bewährt. Wagenkästen und Untergestelle sind in Leichtstahl-Bauart und zur Gewichtsersparnis möglichst geschweißt auszuführen. Für die Radsätze und Zahnräder ist bester Baustoff vorzuschreiben. Die Bearbeitung ist nach neuzeitlichen Gesichtspunkten in bester Werkmannsarbeit durchzuführen. Auf ruhigen Lauf, bequeme Einstiege, gute Beleuchtung und Belüftung sowie ausreichende Heizung ist besonders zu achten.

Dem allgemeinen Bedürfnis nach Steigerung der Reisegeschwindigkeit kann nur mit reichlich bemessenen Motoren Rechnung getragen werden. Zur Erzielung von Höchstgeschwindigkeiten bis zu 50 km/h müssen die Wagen mit 2 Motoren von je 50 bis 60 kW ausgerüstet werden. Selbstlüftende Leichtgewichtsmotoren in Tatzlagerbauart mit Stirnradübersetzung sind vorzusehen, die auch bei Gefahrbremsung einwandfreie Kommutierung gewährleisten. Bei den gesteigerten Motorleistungen werden zweckmäßig an Stelle der bisher üblichen Schleifringfahrschalter

[1]) Dtsch. Reichsanzeiger Nr. 73 vom 26. 3. 36.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 432.

Nockenfahrschalter verwendet. Schützensteuerungen und ähnliche verwickelte Schaltungen haben sich als ungeeignet erwiesen. Dagegen sind auch gute Erfolge mit der sogenannten Zweifachsteuerung mit direkter Starkstromschaltung erzielt worden, bei der die Motoren von zwei gekuppelten Triebwagen von einem Fahrschalter aus gesteuert werden können. Zur Erzielung einer höchstmöglichen Anfahrbeschleunigung und Bremsverzögerung bei stroßfreiem Schalten sind fein- und vielstufige Fahrschalter entwickelt worden, die eine weitgehende Ausnutzung des Reibungsgewichtes ermöglichen. Als Betriebsbremse ist allgemein die Strombremse vorzusehen. Bei schwierigen Betriebsverhältnissen kann deren Wirkung durch Schienenbremsen verstärkt werden. Ein oder zwei Höchststrom-Selbstschalter schützen die elektrische Ausrüstung gegen Überlastung und Kurzschlüsse. Sie sollen mit Freiauslösung versehen sein, damit ein Wiedereinschalten von Hand und Festhalten unmöglich ist, solange der Kurzschluß besteht. Auch sind verbesserte Überspannungsschutzeinrichtungen, z. B. Kathodenfallableiter, zu empfehlen. Die Stromabnehmerrollen sind den höheren Stromstärken nicht mehr gewachsen und sind zweckmäßig durch Gleitschuhe zu ersetzen, die auch die Funkenbildung und damit die Rundfunkstörungen vermindern.

Bei Triebwagen in geschlossener Bauart ist die Anwendung einer kombinierten akustischen und optischen Signaleinrichtung zwischen Beiwagen und Triebwagen in einfacher Ausführung zu empfehlen. Außerdem wurde darauf hingewiesen, daß ab 1. 4. 1936 die Straßenbahnen das Abweichen von der geraden Fahrt anzeigen müssen, wofür an der Außenseite der Triebwagen anzubringende Fahrtrichtungslampen vorgesehen sind.

Durch die obigen Ausführungen wurden die wesentlichsten Punkte hervorgehoben, die beim Bau neuzeitlicher Straßenbahnwagen zu berücksichtigen sind, ohne daß die Wünsche der einzelnen Verwaltungen in der Formgebung und Ausstattung der Wagen beeinträchtigt werden. Die Entscheidung über die im Einzelfall zu wählende Ausführung verbleibt der bestellenden Bahnverwaltung. [Fr. Finck, Verkehrstechn. 17 (1936) S. 25.] *Sb.*

Hochspannungstechnik.

621. 317. 727. 027. 7 **Ohmscher Meßwiderstand für Hochspannung.** — Der für Spannungen bis 300 kV bestimmte, im Hochspannungslaboratorium der Technischen Hochschule Zürich entwickelte ohmsche Widerstand für Hochspannungsmessungen besteht aus zwei in Reihe geschalteten Glaszylindern, die mit einer Widerstandsflüssigkeit[1]) gefüllt sind. Der Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit einer solchen Widerstandsflüssigkeit kann in einem bestimmten Temperaturbereich durch Zusatz bestimmter Chemikalien ausgeglichen werden. Zwecks Abschirmung äußerer elektrischer Einflüsse sind die Widerstandsrohre in der aus Abb. 5 ersichtlichen Weise in das Feld eines Plattenkondensators eingebaut. Die Kondensatorplatten *1*, *2* und *3* werden durch zwei Bakelitzylinder *4* gehalten. Das obere Ende des Teilwiderstandes *5* ist elektrisch mit der oberen Kondensatorplatte *1* verbunden. Das untere Ende des Teilwiderstandes *6* liegt über dem Meßgerät an Erde. Die Spannung zwischen der mittleren Kondensatorplatte *2* und der mittleren Klemme des Meßwiderstandes muß null werden, um zu verhindern, daß kapazitive und Ableitungsströme von der Kondensatorplatte in die Meßwiderstände eintreten. Zu erreichen ist dies durch eine geeignete Wahl des Spannungsteilungsverhältnisses im Kondensatorfeld und den Teilwiderständen. Um Unregelmäßigkeiten, die durch die Öffnungen der Kondensatorplatten im Feldverlauf des Kondensatorfeldes auftreten, auszugleichen, wird das untere Ende jedes Teilwiderstandes mit einem verschiebbaren Metallzylinder *7* versehen, der mit der zugehörigen Kondensatorplatte verbunden ist. Indem dadurch aus dem Meßwiderstand ein kapazitiver Strom abgezapft wird, kann der Fehlwinkel des Meßwiderstandes für eine bestimmte Frequenz auf einen bestimmten Wert eingestellt werden. Die Frequenzabhängigkeit des Phasenwinkels des Widerstandes muß allerdings in Kauf genommen werden. Die Strom-Spannungs-Kennlinie des Widerstandes ist völlig linear. Die Zeitkonstante liegt in der Größenordnung von 10^{-5} s. Die zusätzlichen Meßfehler, die durch die Verwendung des Widerstandes in die Messung eingehen, sind in den meisten Fällen vernachlässigbar. [K. Kuhlmann u. W. Mecklenburg, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 737.] *O. N.*

1, *2*, *3* Kondensatorbelegungen
4 Bakelitzylinder
5, *6* Widerstände
7 verschiedene Metallzylinder

Abb. 5. Meßwiderstand.

[1]) Vgl. z. B. Wiss. Veröff. Siemens-Werke. 5 (1927) S. 87; 6 (1927) S. 58 u. 7 (1928) S. 134.

Verschiedenes.

Hundertjahrfeier der Staatl. Akademie für Technik, Chemnitz. — Die Chemnitzer Akademie, die am 2. 5. 1836 gegründet wurde, feiert am 23. und 24. 5. d. J. in Gegenwart der Vertreter der Ministerien, der Hochschulen und der Industrie und unter regster Anteilnahme von mindestens 1000 ehemaligen Schülern aus allen Gebieten Deutschlands das Fest ihres 100jährigen Bestehens. Die jetzige Akademie wurde als sog. Gewerbschule neben der seit 1828 in Dresden bestehenden Technischen Bildungsanstalt zur Befriedigung des Bedürfnisses nach einer höheren technisch-wissenschaftlichen Ausbildung gegründet. Sie betonte stets gegenüber der sich zur Technischen Hochschule entwickelnden Dresdner Anstalt mehr die praktisch-wissenschaftliche Lehrarbeit und entwickelte sich über die Höhere Gewerbschule (1862) und Gewerbeakademie (1900) zur jetzigen Akademie für Technik (1929). Durch die Betonung der gründlichen Vorpraxis, durch die mehr nach den Bedürfnissen der Ingenieurpraxis hinzielende technisch-wissenschaftliche Ausbildung und durch die seminaristische Lehrweise ist die Akademie heute bei hohen Aufnahmeansprüchen und starker Aussiebung ihrer Studierenden in Ergänzung der Technischen Hochschule die geeignete Ausbildungsstätte für den Industrie-Ingenieur, wie er insbesondere im Konstruktionsbüro und im Betrieb gebraucht wird.

Ein Nikola-Tesla-Institut in Belgrad. — Nikola Tesla, der Schöpfer des ersten Drehfeldmotors, dem auch die Hochfrequenztechnik grundlegende Erfindungen verdankt, lebt, immer noch als Forscher tätig, in New York und wird am 10. 7. seinen 80. Geburtstag feiern. Aus diesem Anlaß plant sein Heimatland Jugoslawien besondere Ehrungen. Vom 28. bis 31. 5. wird in Belgrad in Anwesenheit von Vertretern der technisch-wissenschaftlichen Körperschaften vieler Länder eine feierliche Tagung stattfinden. Bei dieser Tagung wird die Gründung eines Forschungsinstituts verkündet werden, das den Namen Teslas trägt. Das „Instituta Nikola Tesla“ in Belgrad soll jugoslawischen Gelehrten für Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik zur Verfügung stehen.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Congrès International pour les Applications Electrocalorifiques et Electrochimiques (CIAEE). — Vom 12. bis 15. 6. findet in Scheveningen ein internationaler Kongreß statt, der die industriellen Verwendungszwecke von Elektrowärme und Elektrochemie zum Gegenstand hat. Dieser Kongreß wird durch das Nederlandsch Instituut voor Electrowarmte en Electrochemie in Arnhem organisiert, und zwar unter der Oberleitung der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique, die vom 10. bis 20. 6. 1936 in Scheveningen zusammentritt.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Elektrizitätswirtschaft Finnlands am Ende des Jahres 1934.

Von Dipl.-Ing. V. Veijola, Helsinki.

621. 311. 1. 003 (471)

Übersicht. Im Anschluß an den letzten Aufsatz[1]) wird der Stand der Elektrisierung am Ende des Jahres 1934 sowie ihre Entwicklung während der letzten fünf Jahre besprochen. Gleichzeitig wird über die wichtigsten Erweiterungsarbeiten und Änderungen an den Verteilungsnetzen berichtet sowie die Tariffrage kurz behandelt.

1. Kraftwerke und die Energieerzeugung.

Die Anzahl und Leistung der Kraftmaschinen und der mit diesen gekuppelten Generatoren waren am Ende des Jahres 1934 folgende:

Zahlentafel 1. Die Kraftmaschinen der Werke.

Kraftmaschinen			Generatoren		
Art	Anzahl	Leistung insg. kW	Art	Anzahl	Leistung insg. kVA
Wasserturbinen .	679	268 359			
Dampfturbinen .	174	244 183			
Dampfmaschinen	199	24 703	Wechselstrom	731	637 348
Lokomobilen . .	46	5 128			
Sauggasmotoren	19	1 675	Gleichstrom	439	24 879
Dieselmotoren. .	46	6 612			
Andere Verbrennungsmotoren	38	1 464			
zusammen .	1201	552 124	zusammen	1170	662 227

Die Zahlentafel 1 umfaßt im ganzen 787 verschiedene Kraftwerke, sie enthält praktisch alle Kraftwerke Finnlands mit Ausnahme einiger kleiner, für eigenen Bedarf gebauter Anlagen.

Die Kraftwerke erzeugten im Jahre 1934:

aus Wasserkraft . .	1350,0 Mill kWh	
„ Wärmekraft . .	496,2 „ „	
zusammen	1846,2 Mill kWh.	

Die Maschinenleistungen der Elektrizitätswerke und die Schwankung der jährlich erzeugten Arbeitsmengen während der letzten fünf Jahre bringen die Zahlentafel 2 und die Abb. 1 und 2.

Die Übertragungs- und Verteilungsanlagen haben sich in den entsprechenden Jahren nach der Zahlentafel 3 verändert.

2. Anschlußwerte und der Verbrauch der elektrischen Arbeit für verschiedene Zwecke.

Die Anschlußwerte am Ende des Jahres 1934 und der Stromverbrauch für verschiedene Zwecke im Jahre 1934 waren die in Zahlentafel 3a dargestellten.

1 Wasserturbinen
2 Dampfturbinen und Kolbendampfmaschinen
3 Verbrennungsmotoren

Abb. 1. Die Maschinenleistung der Elektrizitätswerke Finnlands 1930 bis 1934.

1 Wasserkraft
2 Dampfkraft
3 Verbrennungsmotoren

Abb. 2. Die Erzeugung Finnlands an elektrischer Arbeit 1930 bis 1934.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 30.

Zahlentafel 2. Die Maschinenleistungen und die Elektrizitätserzeugung der Elektrizitätswerke.

Jahr	Wasserturbinen		Dampfmaschinen und -turbinen		Verbrennungsmotoren		alle Maschinen zusammen	
	installierte Leistung in kW	Erzeugung in 1000 kWh	installierte Leistung in kW	Erzeugung in 1000 kWh	installierte Leistung in kW	Erzeugung in 1000 kWh	installierte Leistung in kW	Erzeugung in 1000 kWh
1930	220 056	868 134	240 103	334 224	8717	3920	468 876	1 206 278
1931	231 294	922 631	258 989	335 985	9354	3915	490 637	1 262 531
1932	252 048	1 124 685	262 599	350 441	9583	3749	524 230	1 478 875
1933	264 558	1 244 000	265 307	443 200	9404	4500	539 269	1 691 700
1934	268 359	1 350 000	274 014	491 500	9751	4700	552 124	1 846 200

Zahlentafel 3. Die Übertragungs- und Verteilungsanlagen für elektrische Arbeit.

Jahr	Transformatoren			Hochspannungsleitungen			Niederspannungsleitungen		
	Kraftwerkstransformatoren kVA	Transformatorenwerke kVA	zusammen kVA	Freileitungen km	Erdkabel km	zusammen km	Freileitungen km	Erdkabel km	zusammen km
1930	411 998	420 341	832 339	14 925	642	15 567	19 709	659	20 368
1931	481 695	458 575	940 270	15 597	676	16 273	21 600	750	22 350
1932	522 397	560 895	1 083 292	15 897	746	16 643	22 157	847	23 004
1933	514 769	598 493	1 113 262	15 992	809	16 801	22 930	856	23 786
1934	546 006	666 257	1 212 263	16 445	838	17 283	23 633	880	24 513

Zahlentafel 3a, Anschlußwerte und Stromverbrauch 1934.

	Anschlußwert kW	elektr. Arbeit 1000 kWh
privater Bedarf:		
Beleuchtung	90 000	55 300
Kraft	123 000	30 000
sonstiger Bedarf (Kochgeräte, Staubsauger, Bügeleisen u. a. m.)	47 000	7 700
zusammen	260 000	93 000
öffentlicher Bedarf:		
öffentliche Beleuchtung	5 350	10 500
sonstiger öffentlicher Bedarf (Straßenbahnen, Wasserwerke usw.)	27 470	27 200
zusammen	32 820	37 700
Industrie:		
Beleuchtung	16 300	28 900
Kraft	444 000	1 214 500
sonstiger Bedarf (elektrische Dampfkessel, elektrochemische und -metallurgische Zwecke)	91 100	275 000
zusammen	551 400	1 518 400
Eigenbedarf der Elektrizitätswerke	16 440	34 300
zusammen	860 660	1 683 400

Die Schwankungen der Anschlußwerte und des Verbrauches während der letzten fünf Jahre sind aus den Zahlentafeln 4 und 5 sowie den Abb. 3 und 4 ersichtlich.

Der Verbrauch je Einwohner, berechnet gesondert für die Städte, die Provinz und das ganze Land, geht aus der Zahlentafel 6 hervor. Bei der Berechnung des Verbrauches der Provinz wurde als Einwohnerzahl nur die Anzahl der Einwohner innerhalb der Verteilungsgebiete der Elektrizitätswerke angenommen (s. Zahlentafel 5), so daß die Einwohnerzahl der überhaupt nicht elektrisierten Gegenden nicht in Betracht gezogen wurde.

Bei der Berechnung der Zahlen, die das ganze Land umfassen, wurde dagegen die Einwohnerzahl des ganzen Landes mitberücksichtigt.

3. Erweiterungen und Änderungsarbeiten.

Der bedeutendste und wichtigste Neubau im letzten Jahre war die 120 kV-Leitung Imatra—Varkaus, deren Länge 160 km beträgt, sowie die 47 kV-Leitung Varkaus—Outokumpu, deren Länge 86 km beträgt. Durch diese Leitungen ist das Industriezentrum Varkaus sowie die Kupfermine Outokumpu an das Verteilungsgebiet der Imatran Voima Osakeyhtiö angeschlossen. Früher wurde die Kraft hauptsächlich in örtlichen Dampfkraftwerken erzeugt.

Von den in Bau befindlichen Kraftwerken und Fernleitungen sind das von Rouhiala Oy. am Rouhiala-Wasserfall gebaute Wasserkraftwerk sowie die von hier nach dem Kymmene-Tal zu erbauende Fernleitung die wichtigsten. Der Rouhiala-Wasserfall liegt im Vuoksen, etwa 10 km von Imatra abwärts. Die Fallhöhe wird etwa 15 m betragen, die Wassermenge bei Mittelwasser etwa 600 m³/s. Das Kraftwerk erhält vier Maschinen je 33 000 PS. Die Übertragungsspannung wird 120 kV betragen. Das Kraftwerk nebst den Fernleitungen soll am Ende des nächsten Jahres fertiggestellt sein. Als Aktionäre der Rouhiala Oy. sind einige der größten Industrieunternehmer des Landes beteiligt.

1 privater Bedarf
2 öffentlicher Bedarf
3 Industrie
4 Eigenbedarf der Elektrizitätswerke

Abb. 3. Die Anschlußwerte der Elektrizitätswerke des Landes 1930 bis 1934.

1 privater Bedarf
2 öffentlicher Bedarf
3 Industrie
4 Eigenverbrauch der Elektrizitätswerke
5 Verluste in Netzen und Transformatoren

Abb. 4. Der Verbrauch elektrischer Arbeit im ganzen Lande 1933 bis 1934.

Zahlentafel 4. Die Verbraucher der Elektrizitätswerke und Anschlußwerte.

Jahr	Verbraucher mit Zähler Anzahl	Verbraucher ohne Zähler Anzahl	Verbraucher zusammen Anzahl	Anschlußwerte privater Bedarf kW	Anschlußwerte öffentlicher Bedarf kW	Anschlußwerte Industrie kW	Anschlußwerte Eigenbedarf der El.-Werke kW	Anschlußwerte Gesamtanschlußwert kW
1930	279 600	59 250	338 850	223 270	27 098	382 220	12 000	644 588
1931	298 000	57 260	355 260	230 000	27 480	411 060	13 570	682 110
1932	305 650	54 260	359 910	235 791	29 172	467 478	14 468	746 909
1933	314 710	51 950	366 660	244 000	31 000	514 100	15 300	804 400
1934	323 990	53 730	377 720	260 000	32 820	551 400	16 440	860 660

Zahlentafel 5. Elektrizitätsverbrauch für verschiedene Zwecke.

Jahr	privater Bedarf 1000 kWh	öffentlicher Bedarf 1000 kWh	Industrie 1000 kWh	Eigenbedarf der El.-Werke 1000 kWh	Gesamtverbrauch 1000 kWh	Bevölkerungszahl der Verteilungsgebiete 1000 Einwohner	Bevölkerungszahl des ganzen Landes 1000 Einwohner
1930	78 284	28 521	966 578	19 854	1 093 237	2083	3463
1931	78 640	31 430	997 750	21 619	1 129 439	2175	3493
1932	82 290	31 696	1 203 229	24 129	1 341 344	2251	3516
1933	84 000	34 000	1 405 000	31 300	1 554 300	2348	3534
1934	93 000	37 700	1 518 400	34 300	1 683 400	2429	3550

Zahlentafel 6. Elektrizitätsverbrauch je Einwohner.

Jahr	Städte: privat. u. öffentlich. Verbrauch je Einwohner kWh	Städte: Gesamtverbrauch je Einwohner kWh	Provinz: privat. u. öffentlich. Verbrauch je Einwohner kWh	Provinz: Gesamtverbrauch je Einwohner kWh	ganze Land: privat. u. öffentlich. Verbrauch je Einwohner kWh	ganze Land: Gesamtverbrauch je Einwohner kWh
1930	97,0	166,4	27,2	715	30,9	316
1931	98,4	164,5	26,3	702	31,5	324
1932	96,4	165,8	27,1	819	32,4	381
1933	90,5	161,0	27,8	942	33,4	440
1934	93,7	171,4	31,1	990	36,8	475

Die Elektrizitätswerke haben in den letzten Jahren besondere Aufmerksamkeit der Normung und der Vereinheitlichung ihrer Verteilungssysteme geschenkt. Aus diesem Grunde hat eine Anzahl Städte von den von ihnen früher verwendeten Gleichstromsystemen völlig Abstand genommen und ihre Netze für Wechselstrom umgebaut. Größere Städte, wo Gleichstrom verwendet wird, haben gleichfalls mehr als früher ihre Gleichstrom-Verteilungsgebiete eingeschränkt. Desgleichen sind die in der Provinz aus den früheren Jahren vorhandenen, nicht normalen und sich als unzweckmäßig ergebenden Wechselstrom-Verteilungsspannungen, wie 500 und 760 V, durch ein normales 380/220 V-System ersetzt worden.

Zahlentafel 7. Die städtischen Grundgebührtarife[1]).

	Helsingfors RM	Turku RM	Tampere[2]) RM	Viipuri RM	Mikkeli RM	Jyväskylä RM	Hämeen-linna RM	Kokkola RM	Malm RM
1 Zimmer	12,89	11,11	5,31 ··· 6,76	12,89	8,7	11,11	9,66	8,59	5,80
1 Zimmer u. Küche	16,11	14,98	6,76 ··· 10,15	16,11	11,1	13,29	9,66	10.02	7,73
2 Zimmer u. Küche	22,02	21,75	10,15 ··· 14,50	22,02	16,91	18,36	13,53	14,50	13,53
3 Zimmer u. Küche	29,26	29,96	14,50 ··· 20,30	29,26	24,65	25,13	18,36	20,40	21,26
4 Zimmer u. Küche	36,78	37,70	20,30 ··· 27,06	36,78	32,86	32,86	24,16	26,85	28,03
5 Zimmer u. Küche	44,57	45,92	27,06 ··· 33,83	44,57	41,08	40,60	29,96	33,24	34,80
6 Zimmer u. Küche	52,62	54,13	33,83 ··· 40,60	52,62	49,78	43,50	36,25	41,35	42,53
7 Zimmer u. Küche	60,68	62,34	40,60 ··· 47,36	60,68	58,48	56,06	42,53	49,40	49,78
8 Zimmer u. Küche	68,73	70,56	47,36 ··· 54,13	68,73	67,18	63,80	49,78	57,46	58,—
9 Zimmer u. Küche	76,79	78,77	54,13 ··· 60,90	76,79	75,88	71,52	56,70	65,51	65,73
10 Zimmer u. Küche	84,84	86,99	— —	84,84	84,58	79,26	—	73,57	73,46
Verbrauchsgebühr	—,032	—,037	—,032	—,032	—,037	—,043 ··· —,037	—,043	—,053	—,032
Zählermiete	—	1,28	—,26	—	—	—	—	—	—
Tarif festgelegt	21. 12. 32	20. 9. 34	20. 9. 32	1. 9. 34	15. 12. 32	1. 1. 34	—	1. 7. 32	1. 8. 33
kWh-Tarif für Licht	—,134	—,16	—,134	—,147	—,16	—,16	—,147	—,188	—,188
für Kraft	—,086	—,11 + Rabatt	—,08	—,096	—,107	—,12	—,102	—,107	—,107

[1]) Die Gebühren sind nach dem Währungsstand 1 RM = 18,60 Fmk. umgerechnet.
[2]) Grundgebührtarif auch abhängig von der Wohnungsfläche.

4. Die Tariffrage.

Neben der erwähnten Normalisierungs- und Standardisierungsarbeit hat man gleichzeitig die Aufmerksamkeit mehr auf die Vereinheitlichung und sachgemäße Behandlung der Tarife gerichtet. Die Elektrizitätswerke der größeren Städte ebenso wie diejenigen mehrerer kleinerer Ortschaften haben neben den früheren kWh-Tarifen die Haushalttarife in Gebrauch genommen. Die Haushalttarife sind Grundgebührtarife, bei denen die Größe der Grundgebühr nach der Zimmeranzahl der Wohnung bestimmt wird. Aus der Zahlentafel 7 gehen die von größeren und einigen kleineren Städten verwendeten Haushalt- und kWh-Tarife hervor.

Die Verwendung der Elektrizität für Kochzwecke hat vorläufig keine bemerkenswertere Verbreitung gefunden, was davon abhängt, daß die Haushalttarife erst in letzter Zeit in Anwendung gekommen sind, zum Teil auch davon, daß die Elektrizitätswerke keine genügende Werbung für das Kochen mit Elektrizität gemacht haben.

Die Wirtschaftlichkeit von Quecksilberdampfbeleuchtung.

Von H. Stöckel, Berlin.

621. 327. 3. 003

Übersicht. Die Wirtschaftlichkeit von Quecksilberdampflicht und von Mischlicht wird untersucht. Für diese Untersuchung sind die laufenden Betriebskosten, bestehend aus Stromkosten und Lichtquellenersatz notwendig. Diese Betriebskosten werden zusammengefaßt und durch eine Kurvenschar dargestellt, so daß für jede Anlage sofort die Wirtschaftlichkeit festgestellt werden kann.

Die steigende Zunahme der Verwendung von Gasentladungslampen ist heute auch über die eigentlichen Fachkreise hinaus genügend bekannt. Besonders mit der Quecksilberdampflampe ist schon eine ganze Anzahl Beleuchtungsanlagen für Straßen, Plätze und Industrie durchgeführt worden. Trotz allem hört man über die Wirtschaftlichkeit der Quecksilberdampfbeleuchtung die verschiedensten Meinungen. Besonders bei der Anwendung von Mischlicht, d. h. Glühlampenlicht mit Quecksilberdampflicht in einer Leuchte gemischt, ist dies der Fall. Vielfach wird die Wirtschaftlichkeit einer Mischlichtleuchte verneint, so daß es sicherlich von Interesse ist, vergleichsweise Glühlampenlicht und Mischlicht bzw. reines Quecksilberdampflicht gegenüberzustellen.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Lebensdauer der Lichtquelle von ausschlaggebender Bedeutung. Bei dem nachfolgenden Rechnungsgang werden für Glühlampen 1000 Brennstunden und für HgH-Röhren 2000 Brennstunden eingesetzt. Hierzu muß noch gesagt werden, daß 2000 h für die HgH-Röhren heute unbedingt gewährleistet werden und daß diese Zahl durchaus nicht etwa zu hoch angenommen ist.

Der wirtschaftliche Vergleich ist nur auf der Stufe gleicher Leistung möglich. Die Leistung bei einer Beleuchtungsanlage ist proportional der ausgesandten Lichtmenge, d. h. dem Lichtstrom der Lichtquellen.

Bei der Berechnung sind folgende Begriffe notwendig:

1. Glühlampenpreis in der Vergleichsleuchte = kg in Rpf
2. Glühlampenpreis in der Mischlichtleuchte = km in Rpf
3. HgH-Röhrenpreis in der Mischlichtleuchte = kh in Rpf

Wattverbrauch der Glühlampe zu 1. = wg
„ „ „ „ 2. = wm
„ „ HgH-Röhre „ 3. = wh

Lichtstrom der Glühlampe zu 1. = lg
„ „ „ „ 2. = lm
„ „ HgH-Röhre „ 3. = lh
} in Lumen

Strompreis = p in Rpf/kWh
jährliche Brennstundenzahl = n

Rabattfaktor für Lichtquellenbezug $\frac{\text{Nettopreis}}{\text{Bruttopreis}} = r$.

Glühlampenlicht.

1. Jährliche Lichtquellen-Ersatzkosten

$$\frac{n}{1000}\, kg\, r \text{ in Rpf}$$

2. jährliche Stromkosten

$$\frac{wg}{1000}\, n\, p \text{ in Rpf}$$

3. jährliche Betriebskosten (Summe 1 u. 2)

$$\frac{n}{1000}\,(kg\, r + wg\, p) \text{ in Rpf}$$

4. jährliche Betriebskosten für einen Lichtstrom von 1000 Lumen

$$\frac{n}{1000}\,(kg\, r + wg\, p)\,\frac{1000}{lg} = n\left(\frac{kg}{lg}\, r + \frac{wg}{lg}\, p\right) \text{ in Rpf.}$$

Mischlicht.

5. jährliche Lichtquellen-Ersatzkosten

$$\frac{n}{1000}\, km\, r + \frac{n}{2000}\, kh\, r \text{ in Rpf}$$

6. jährliche Stromkosten

$$\frac{wm}{1000}\, n\, p + \frac{wh}{1000}\, n\, p \text{ in Rpf}$$

7. jährliche Betriebskosten (Summe 5 u. 6)

$$\frac{n}{1000}\,(km\, r + \tfrac{1}{2}\, kh\, r + wm\, p + wh\, p) \text{ in Rpf}$$

8. jährliche Betriebskosten für einen Lichtstrom von 1000 Lumen

$$\frac{n}{1000}\left(km\,r + \tfrac{1}{2}\,kh\,r + wm\,p + wh\,p\right)\frac{1000}{lm + lh}$$

$$= n\left(\frac{km + \frac{1}{2}\,kh}{lm + lh}\,r + \frac{wm + wh}{lm + lh}\,p\right) \text{ in Rpf.}$$

Bei der Wirtschaftlichkeit von Mischlicht müssen die Betriebskosten unter 4. größer sein als die unter 8. Demnach:

$$n\left(\frac{kg}{lg}\,r + \frac{wg}{lg}\,p\right) > n\left(\frac{km + \frac{1}{2}\,kh}{lm + lh}\,r + \frac{wm + wh}{lm + lh}\,p\right),$$

daraus ergibt sich:

9.
$$p > r\,\frac{\dfrac{km + \frac{1}{2}\,kh}{lm + lh} - \dfrac{kg}{lg}}{\dfrac{wg}{lg} - \dfrac{wm + wh}{lm + lh}} \text{ in Rpf/kWh.}$$

Kurve 1 HgH 1000 + 150 Watt-Glühlampe
„ 2 HgH 1000 + 200 Watt- „
„ 3 HgH 1000 + 300 Watt- „
„ 4 HgH 1000 + 500 Watt- „
„ 5 HgH 1000
„ 6 HgH 2000 + 500 Watt- „
„ 7 HgH 2000 + 750 Watt- „
„ 8 HgH 2000 + 1000 Watt- „
„ 9 HgH 2000

Abb. 1. Strompreislinien für Quecksilberdampflicht und Mischlicht.

Die Formel zu 9. zeigt zunächst, daß zur Prüfung der Wirtschaftlichkeitsfrage es gleichgültig ist, ob die jährliche Brennstundenzahl z. B. 2000 oder 4000 beträgt. Natürlich ist die Zahl der Brennstunden wichtig für die Höhe etwaiger Ersparnisse. Bevor jedoch die Ersparnisse verrechnet werden, ist es zweckmäßig, mit Hilfe obiger Wirtschaftlichkeitsbetrachtung festzustellen, ob überhaupt eine Wirtschaftlichkeit vorhanden ist. Der Grenzfall für die Wirtschaftlichkeit lt. Ungleichung zu 9. ist der, daß der Strompreis p der rechten Seite entspricht. Dieser Fall ergibt, ausgewertet für $r = 1$, d. h. Nettopreis = Bruttopreis, eine Kurvenschar nach Abb. 1.

Mit Hilfe dieser Darstellung kann sofort festgestellt werden, ob Glühlampenlicht oder Mischlicht bzw. reines HgH-Licht wirtschaftlich überlegen ist. Eine bei dem für den Verbraucher jeweilig gültigen Strompreis zur Abszisse gezogene Parallele erhöht diese Übersichtlichkeit. Sie zerlegt das Bild in zwei Hälften. Fällt der Schnittpunkt zweier Vergleichsanlagen in den oberen Teil, dann ist Glühlampenlicht wirtschaftlicher. Fällt dagegen der Schnittpunkt in den unteren Teil, dann ist Mischlicht oder reines HgH-Licht überlegen. Die Darstellung gilt für $r = 1$. Für Großabnehmer, El.-Werke und dgl., die Glühlampen und HgH-Röhren mit Rabatt beziehen, muß man dagegen mit $r < 1$ rechnen, d. h. die Kurvenpunkte liegen niedriger. Um trotzdem die Darstellung benutzen zu können, ist es am einfachsten, die Parallele (Strompreislinie) statt bei dem Strompreis p bei dem erhöhten Strompreis p/r zu ziehen. Hiermit erspart man sich die Umrechnung der einzelnen Kurvenwerte, da ja die Strompreislinie entsprechend höher liegt. Das richtige Verhältnis ist eingehalten und die Darstellung kann zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit benutzt werden.

Beispiel: Es soll geprüft werden, ob eine Mischlichtleuchte HgH 1000 gemeinsam mit einer 300 W-Glühlampe zweckmäßiger ist als eine Anlage mit 750 W-Glühlampenlicht $r = 0,8$ und der Strompreis $p = 8$ Rpf je kWh.

1. Rechnung nach Formel zu 9.:

750 W Glühlampe
$kg = 970$ Rpf $\quad lg = 15\,300$ Lm $\quad wg = 750$ W

300 W Glühlampe
$km = 580$ Rpf $\quad lm = 5\,250$ Lm $\quad wm = 300$ W

HgH 1000 Röhre
$kh = 3900$ Rpf $\quad lh = 10\,000$ Lm $\quad wh = 275$ W.

Diese Werte eingesetzt ergibt:

$$p > 0{,}8 \cdot \frac{\dfrac{580 + \frac{1}{2}\cdot 3900}{5250 + 10\,000} - \dfrac{970}{15\,300}}{\dfrac{750}{15\,300} - \dfrac{300 + 275}{5250 + 10\,000}}$$

$$p > 7{,}2 \text{ Rpf/kWh.}$$

Da in dem Beispiel der Strompreis $p = 8$ Rpf/kWh beträgt und Formel zu 9. $p > 7{,}2$ Rpf ergibt, ist die Anlage mit Mischlicht am wirtschaftlichsten.

2. Auswertung nach Abb. 1.

Die Stromlinie wird gezogen bei $p/r = 8/0{,}8 = 10$ Rpf je kWh. Unterhalb dieser Linie ist Mischlicht oder HgH-Licht wirtschaftlicher. Auf der 750 W-Linie (Abszisse) wird die HgH 1000 + 300 W-Linie (Kurve 3) bei 9,1 Rpf/kWh (Ordinate) geschnitten. Der Schnittpunkt liegt unterhalb der Strompreislinie von 10 Rpf/kWh, d. h. Mischlicht ist am wirtschaftlichsten.

Sowohl die Ausrechnung nach Formel zu 9. als auch die Untersuchung nach Abb. 1 zeigen das gleiche Ergebnis. Für die Praxis soll nur mit der Abb. 1 gearbeitet werden; die Ausrechnung ist hier nur zur Erklärung des Rechnungsganges gebracht.

Die Betrachtungen gelten natürlich nur für gleiche Leistung, z. B. für gleiche Beleuchtungsstärke auf einer Straße. Ein Vergleich zwischen ungleichen Anlagen ist nicht möglich. Außerdem sind, wie aus dem Rechnungsgang hervorgeht, nur die laufenden Betriebskosten berücksichtigt. Sie sind am wichtigsten. Es besteht natürlich weiterhin die Möglichkeit, die Betrachtung auch auf die gesamten Anlagekosten mit auszudehnen. Das ist jedoch von Fall zu Fall zu behandeln, da eine allgemein gültige kurvenmäßige Darstellung von zu vielen Faktoren abhängig ist.

Zusammenfassung.

Die Betriebskosten von Glühlampenlicht werden unter Voraussetzung gleicher Lichtleistung mit den Betriebskosten einer Quecksilberdampfbeleuchtung verglichen. Da Lichtquellenpreis, Lichtausbeute und Lebensdauer festliegen, ist die Wirtschaftlichkeit beider Lichtarten nur von dem Strompreis je kWh und dem Rabatt für die Lichtquellen abhängig. In einer Kurvenschar sind die unteren Grenzwerte des Strompreises, bei denen Quecksilberlicht noch wirtschaftlich ist, aufgetragen. Auch für Verbraucher mit verschiedenem Lichtquellenrabatt können die Kurven durch einfache Anwendung einer Hilfslinie (Strompreislinie) allgemein benutzt werden.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie).

Deutscher Elektroaußenhandel Januar—März 1936. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug im 1. Vierteljahr 1936 58,7 Mill RM und liegt damit 6,5 Mill RM oder 12,5 % über dem Ausfuhrwert des 1. Vierteljahrs 1935.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1. Vierteljahr 1934 1000 RM	Ausfuhr 1935 1000 RM	Ausfuhr 1936 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr 1. Vierteljahr 1934 %	1935 %	1936 %	Einfuhr 1. Vierteljahr 1934 1000 RM	Einfuhr 1935 1000 RM	Einfuhr 1936 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr 1. Vierteljahr 1934 %	1935 %	1936 %
907a	Lichtmasch., Lichtzündmasch. usw.	1 151	674	595	2,1	1,3	1,0	12	19	4	0,2	0,3	0,1
b—g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	4 236	4 755	5 801	7,9	9,1	9,9	742	712	345	10,4	11,4	8,3
h	Anker, Kollektoren¹)	646	598	682	1,2	1,2	1,2	22	82	14	0,3	1,3	0,3
	zusammen Maschinen	*6 033*	*6 027*	*7 078*	*11,2*	*11,6*	*12,1*	*776*	*813*	*363*	*10,9*	*13,0*	*8,7*
908 a, b	Akkumulatoren	603	535	740	1,1	1,0	1,3	26	80	6	0,4	1,3	0,2
909	Kabel	3 505	2 219	2 745	6,5	4,3	4,7	178	223	211	2,5	3,6	5,1
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	2 461	2 654	3 358	4,6	5,1	5.7	154	84	147	2,0	1,3	3,5
	zusammen Kabel und Draht	*5 966*	*4 873*	*6 103*	*11,1*	*9,4*	*10,4*	*332*	*307*	*358*	*4,5*	*4,9*	*8,6*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	283	351	141	0,5	0,7	0,2	54	33	18	0,8	0,5	0,4
911 a, b	Glühlampen	1 988	2 311	2 064	3,7	4,4	3,5	1109	1174	1448	15,5	18,8	34,6
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	2 981	4 395	3 739	5,6	8,5	6,4	125	88	73	1,8	1,4	1,8
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	6 423	5 265	6 250	12,0	10,1	10,6	2669	1997	604	37,4	32,0	14,5
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	4 667	4 698	4 919	8,7	9,0	8,4	390	250	340	5,5	4,0	8,2
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	1 576	1 709	1 754	3,0	3,2	3,0	72	69	38	1,0	1,1	0,9
D	Röntgenröhren	874	761	818	1,6	1,5	1,4	106	58	113	1,5	0,9	2,7
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	2 451	2 339	2 582	4,6	4,5	4,4	99	130	38	1,4	2,1	0,9
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	875	840	1 079	1,6	1,6	1,8	17	11	4	0,2	0,2	0,1
F 2	Schaltapparate usw., nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	11 464	11 296	13 230	21,4	21,6	22,5	917	841	504	12,9	13,4	12,1
F 3	Elektromedizin	2 143	2 198	3 188	4,0	4,2	5,4	181	156	114	2,5	2,5	2,7
F 4	Galvanische Elemente	456	424	459	0,9	0,8	0,8	7	—	1	0,1	—	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan²)	.	.	.	.	.	.	1	3	—	0,0	0,0	—
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	52	71	52	0,1	0,1	0,1	1	—	—	0,0	—	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe auch in Verb. mit unedlen Metallen³)	207	289	314	0,4	0,6	0,5	.	.	.	.	.	.
Aus 795, 799	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)³)	414	552	516	0,8	1,1	0,9	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik	2 942	2 254	2 546	5,5	4,3	4,4	155	96	51	2,2	1,5	1,2
733 a	Porzellanisolatoren	398	372	394	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	824	563	654	1,5	1,1	1,1	76	141	94	1,1	2,3	2,3
915 b 4	Elektrokarren³)	14	28	63	0,0	0,0	0,1	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile v. Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907 a bis 911 b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß²)	.	.	.	.	.	.	24	6	4	0,3	0,1	0,1
	unvollständig angemeldet	7	7	11	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	**53 641**	**52 158**	**58 694**	**100**	**100**	**100**	**7137**	**6253**	**4171**	**100**	**100**	**100**

¹) Ausfuhr: Auch andere Teile von el. Maschinen. — ²) Nur für die Einfuhr. — ³) Nur für die Ausfuhr.

Von den in Zahlentafel 1 angegebenen Warengruppen haben mit Ausnahme der Lichtmaschinen, der Glühlampen und der Telegraphie und Telephonie mit Draht alle bedeutenderen Gruppen an dieser Entwicklung teilgenommen, wobei die Zunahmen z. T. wesentlich über die Zunahme der Gesamtausfuhr hinausgehen. So beträgt die Steigerung bei Elektromedizin und Akkumulatoren mehr als 30 %, bei Maschinen, Kabel und Draht mehr als 20 %, bei drahtloser Telegraphie und Telephonie 19 % und bei der Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannten Vorrichtungen 17 %.

Von den Absatzgebieten der deutschen Elektroausfuhr (Zahlentafel 2) zeigen nach wie vor die überseeischen Länder im allgemeinen eine größere Aufnahmebereitschaft für deutsche Elektroerzeugnisse. Im Durchschnitt betrug die Ausfuhrsteigerung nach Übersee im 1. Vierteljahr 1936 gegen 1935 30 %. Außer Japan, V. S. Amerika, Uruguay und Franz.-Marokko haben sämtliche Länder daran teilgenommen. Die größte Zunahme mit einer Vervielfachung der Vorjahrsbezüge zeigen Iran, Peru, Ecuador; nach Mexiko, Australischer Bund und Columbien konnte die Ausfuhr verdoppelt werden. Die fünf größten Absatzgebiete, Argentinien, Brasilien, Ecuador, Indien, China, Brit.-Südafrika, haben 10 bis 45 % mehr aufgenommen.

Von den europäischen Ländern haben Niederlande, Italien, Frankreich, Schweiz, Dänemark, Griechenland, Irland, Lettland, Litauen weniger deutsche Waren bezogen als im 1. Vierteljahr 1935. Nach den übrigen Ländern konnte mehr ausgeführt werden. Die größten Zunahmen konnten nach Estland (+ 130 %) und Rumänien (+ 96 %) sowie nach Bulgarien und Ungarn (+ 70 %) erzielt werden; nach anderen wichtigen Absatzgebieten, wie Schweden, Spanien, Jugoslawien, betrug die Zunahme mehr als 40 %, nach Norwegen, Finnland und Portugal mehr als 30 %, nach Belgien, Österreich, Tschechoslowakei, Polen und UdSSR. nur 15 bis 30 %.

Die deutsche Elektroeinfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug im 1. Vierteljahr 1936 4,2 Mill RM, das sind 2,1 Mill RM oder 33,3 % weniger als im 1. Vierteljahr 1935. Hauptgruppen sind nach wie vor Glühlampen, drahtlose Telegraphie und Telephonie und die Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannten Apparate, die zusammen über 60 % der Einfuhr stellen, wichtigste Bezugsländer sind Ungarn, Schweiz, Niederlande, Belgien, Österreich, die näherungsweise drei Viertel der Gesamt-Elektroeinfuhr liefern.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr nach Ländern.

Länder¹)	1. Vierteljahr 1934 1000 RM	1935 1000 RM	1936 1000 RM	Anteil a. d. dt. Elektroeinfuhr 1. Vierteljahr 1934 %	1935 %	1936 %
Ungarn	627	982	1180	8,8	15,7	28,3
Schweiz	775	597	605	10,9	9,6	14,5
Niederlande	2528	1930	559	35,4	30,9	13,4
Belgien-Luxemburg	391	214	386	5,5	3,4	9,3
Österreich	444	450	339	6,2	7,2	8,0
Tschechoslowakei	318	190	179	4,5	3,0	4,3
Dänemark	121	170	174	1,7	2,7	4,2
Großbritannien	300	206	174	4,2	3,3	4,2
Schweden	148	163	125	2,1	2,6	3,0
Frankreich	191	249	111	2,7	4,0	2,7
V. S. Amerika	586	354	100	8,2	5,7	2,4
Italien	125	108	76	1,7	1,7	1,8
Sonstige Länder	²) 583	³) 640	163	8,1	10,2	3,9
insgesamt	**7137**	**6253**	**4171**	**100**	**100**	**100**

¹) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1935.
²) Darin Saargebiet 329.
³) Darin Saargebiet 380.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern.

Länder [1]	1. Vierteljahr			Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr 1. Vierteljahr		
	1934 1000RM	1935 1000RM	1936 1000RM	1934 %	1935 %	1936 %
Europa	41 827	40 344	43 335	78,0	77,4	73,8
Afrika	1 240	1 583	1 902	2,3	3,0	3,2
Asien	4 456	5 156	6 546	8,3	9,9	11,2
Nord- u. Mittelamerika	639	932	1 275	1,2	1,8	2,2
Südamerika	5 266	3 858	5 051	9,8	7,4	8,6
Australien	205	277	581	0,4	0,5	1,0
nicht ermittelt	8	8	4	0,0	0,0	0,0
insgesamt	**53 641**	**52 158**	**58 694**	**100**	**100**	**100**
Wichtige Länder in Europa [1]						
Niederlande	6 738	6 943	6 058	12,6	13,3	10,3
Schweden	2 767	3 482	4 941	5,2	6,7	8,4
Großbritannien	2 583	2 971	3 110	4,8	5,7	5,3
Italien	3 913	4 103	3 072	7,3	7,9	5,2
Frankreich	4 650	3 290	2 832	8,7	6,3	4,8
Spanien	1 669	1 684	2 467	3,1	3,2	4,2
Belgien-Luxemburg	3 083	2 129	2 433	5,8	4,1	4,2
Norwegen	1 439	1 541	2 137	2,7	2,9	3,6
Schweiz	3 078	2 257	2 074	5,7	4,3	3,5
Österreich	1 137	1 269	1 475	2,1	2,4	2,5
Dänemark	1 497	1 454	1 388	2,8	2,8	2,4
Tschechoslowakei	1 360	1 153	1 382	2,5	2,2	2,4
Rumänien	497	656	1 287	0,9	1,3	2,2
Finnland	719	914	1 262	1,4	1,8	2,1
Polen-Danzig	701	957	1 236	1,3	1,8	2,1
Bulgarien	203	638	1 088	0,4	1,2	1,9
Griechenland	463	1 070	1 026	0,9	2,1	1,8
UdSSR	1 683	659	832	3,1	1,3	1,4
Portugal	666	573	768	1,2	1,1	1,3
Ungarn	298	394	662	0,6	0,8	1,1
Jugoslawien	239	429	621	0,4	0,8	1,1
Irischer Freistaat	398	453	448	0,7	0,9	0,8
Lettland	251	313	271	0,5	0,6	0,5
Estland	122	112	257	0,2	0,2	0,4
Island	70	75	80	0,1	0,1	0,1
Litauen	187	134	68	0,4	0,3	0,1
Sonstige Länder	[2] 1 416	[3] 691	60	2,6	1,3	0,1
zus. Europa	**41 827**	**40 344**	**43 335**	**76,0**	**77,4**	**73,8**
Wichtige Länder in Übersee [1]						
Argentinien	3 441	1 746	1 937	6,4	3,4	3,3
Brit.-Indien	1 084	1 370	1 699	2,0	2,6	2,9
Brasilien	657	951	1 378	1,2	1,8	2,4
China	988	1 144	1 252	1,9	2,2	2,1
Brit.-Südafrika	544	674	850	1,0	1,3	1,5
Türkei	644	764	770	1,2	1,5	1,3
Ndl.-Indien	446	528	763	0,8	1,0	1,3
Iran	180	185	749	0,3	0,4	1,3
Chile	113	457	645	0,2	0,9	1,1
Ägypten	357	568	619	0,7	1,1	1,1
Mexiko	222	254	553	0,4	0,5	0,9
Austral. Bund	177	256	546	0,3	0,5	0,9
Japan	607	693	512	1,1	1,3	0,9
V. S. Amerika	280	509	466	0,5	1,0	0,8
Peru	68	89	363	0,1	0,2	0,6
Palästina	294	231	251	0,6	0,4	0,4
Columbien	145	125	250	0,3	0,2	0,4
Uruguay	730	383	207	1,4	0,7	0,4
Franz.-Marokko	99	135	134	0,2	0,3	0,2
Venezuela	103	63	123	0,2	0,1	0,2
Ecuador	5	16	115	0,0	0,0	0,2
Syrien u. Libanon	42	70	109	0,1	0,1	0,2
Port.-Ostafrika	15	10	76	0,0	0,0	0,1
Philippinen	33	22	72	0,1	0,0	0,1
Guatemala	13	36	55	0,0	0,1	0,1
Sonstige Länder	527	535	865	1,0	1,0	1,5
zus. Übersee	**11 814**	**11 814**	**15 359**	**22,0**	**22,6**	**26,2**

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1936.
[2]) Darin Saargebiet 1381.
[3]) Darin Saargebiet 639.

RECHTSPFLEGE.

347. 77. **Patentverletzung durch Ausführungen eines Hochschullehrers im Hörsaal?** — In einem seit einer Reihe von Jahren schwebenden und noch nicht endgültig entschiedenen Rechtsstreite sind die Gerichte wohl zum ersten Male mit der Frage befaßt, ob und inwiefern Äußerungen eines Hochschullehrers im Hörsaale zum Gegenstande eines Patentverletzungsstreits gemacht werden können.

Ein Dozent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin hat im Verlaufe eines Sonderkursus für Braumeister ein den Gegenstand eines Patents bildendes Verfahren, das er als so alt wie Methusalem bezeichnete, trotz Hinweises auf den Patentschutz der erlaubnislosen Benutzung empfohlen. Der Patentinhaber hat darin eine Patentverletzung und eine unerlaubte Handlung im Sinne des BGB gesehen und auf Schadenersatz und auf Unterlassung und richtige Auskunfterteilung geklagt. Eine materielle Entscheidung zu diesem Verhalten des Hochschullehrers liegt noch nicht vor. Die Gerichte haben sich bisher nur mit der formellen Seite der Angelegenheit befaßt, ob der Hochschullehrer oder der Staat für eine solche Handlung verantwortlich ist, und hierzu folgendes festgestellt: Ein Hochschullehrer, einerlei ob er Beamter im staatsrechtlichen Sinne oder, wie im vorliegenden Falle, Angestellter auf Privatdienstvertrag ist, erfüllt seine unterrichtliche Tätigkeit in Ausübung der ihm anvertrauten öffentlichen Gewalt. Unterlassungsansprüche aus Handlungen, die in den Rahmen dieser hoheitsrechtlichen Lehrtätigkeit fallen, können demnach als gegen Staatshoheitsakte gerichtet im ordentlichen Rechtswege nicht verfolgt werden. Für Schadenersatzansprüche ist nach Artikel 131 der Reichsverfassung und nach den Beamtenhaftpflichtgesetzen nicht der Hochschullehrer, sondern der Staat sachverpflichtet, der offenbar seinerseits auf ersteren zurückgreifen kann. Offen ist bezüglich der Verantwortlichkeit nur noch die Frage geblieben, ob die Abhaltung des Kurses für Braumeister, also für Gewerbetreibende, im Rahmen des staatlichen Lehrauftrages erfolgt ist. Zur Anstellung weiterer Erhebungen hierüber hat das Reichsgericht die Sache an das Kammergericht zurückverwiesen.

Die bisher in dieser Sache ergangenen Urteile sind in der Zeitschrift „Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht" (1935) S. 722 ff. abgedruckt und enthalten wertvolle Gesichtspunkte für die Rechtsstellung der Hochschulen und der an ihnen wirkenden Lehrer. K. Kahle VDE.

Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamts für das Jahr 1935.[1]) — Die Geschäftstätigkeit des Reichspatentamts auf dem Gebiete der Patente und Gebrauchsmuster weist gegenüber der des Vorjahrs im allgemeinen keine wesentlichen Änderungen auf. Die Gesamtzahl der Patentanmeldungen hat sich um 736 auf 53 592 gehoben. Daran ist das Inland mit 44 680, das Ausland mit 8912 beteiligt. Gegen das Vorjahr haben die inländischen Anmeldungen um 1571 zugenommen, die ausländischen um 835 abgenommen. Im Jahre 1934 hatten auch die inländischen Anmeldungen eine Abnahme erfahren.

Eine bemerkenswerte Wiederzunahme zeigen die Patentanmeldungen der Klasse 21 (Elektrotechnik). Sie sind von 7666 im Jahre 1934 auf 8431, also um 10 %, gestiegen. Von den 16 139 erteilten Patenten gehören 2613 der Elektrotechnik an, im Vorjahre waren es 3108 von 17 011. Wenn die Zahl der erteilten Patente trotz Zunahme der Anmeldungen zurückgegangen ist, was gerade auf dem Gebiete der Elektrotechnik mit einem Rückgang um 495 besonders stark in Erscheinung tritt, so ist hieraus, wie bereits in früheren Berichten ausgeführt wurde, noch nicht auf einen schärferen Maßstab bei der patentamtlichen Prüfung zu schließen. Die größte Zahl der im Geschäftsgang befindlichen Anmeldungen stammt nämlich aus früheren Jahren und gerade eine Zunahme der Anmeldungen wirkt verzögernd auf den Abschluß der im Geschäftsgang befindlichen älteren Anmeldungen. Auf schwierigen Gebieten, wie auf dem der Elektrotechnik, macht sich das besonders bemerkbar, wo an sich und außerdem infolge der zahlreichen Einsprüche die Dauer der Prüfung und dementsprechend die Zahl der im Geschäftsgang befindlichen älteren Anmeldungen erheblich über dem Durchschnitt liegt. Für diesen Durchschnitt ist bezeichnend, daß im Berichtsjahre 1935 außer den 53 592 Neuanmeldungen noch 101 985 Anmeldungen aus früheren Jahren zu erledigen waren, die offenbar den Hauptteil der im Geschäftsjahre erteilten Patente bringen. Zu bemerken ist noch, daß die Zahl der am Jahresende in Kraft befindlichen Patente der Klasse Elektrotechnik 11 288 gegenüber 11 266 im Vorjahre beträgt, so daß ungefähr ebenso viel Patente gelöscht wie erteilt worden sind.

Auch auf dem Gebiete der Gebrauchsmuster ist ein Anstieg der Anmeldungen festzustellen. In Klasse 21 (Elektrotechnik) sind 4496 Gebrauchsmuster gegenüber 3852 im Vorjahre eingetragen worden.

K. Kahle VDE.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 573.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Ausflug mit Damen.

Am Sonnabend, dem 6. Juni 1936, findet ein Ausflug mit Damen statt, der über die neue Reichsautobahn nach dem Werbellinsee in der Schorfheide führt.

12 h 30 m pünktlich Abfahrt mit Gesellschaftskraftwagen ab Berlin, Leipziger Platz (Fürstenhofseite).
14 h 30 m Ankunft am Eingang zum Wisentgehege in der Schorfheide, Besichtigung der Tierfütterung.
15 h 15 m Weiterfahrt zum „Wirtshaus zum Wisentgehege" in Eichhorst, gemeinsame Kaffeetafel.
16 h 30 m Weiterfahrt zum Jagdschloß „Hubertusstock", Spaziergang in die Umgebung und an den Werbellinsee.
18 h Treffpunkt an der Landungsbrücke „Spring", Motorbootfahrt auf dem Werbellinsee (Süßer Winkel, Villa des Reichspräsidenten) nach Altenhof.
19 h Ankunft der Motorboote in Altenhof.
19 h 30 m Gemeinsame Abendessen im Hotel „Märkischer Hof" und im „Kurhaus Altenhof". Das Abendessen ist in beiden Gaststätten das gleiche. Im Hotel „Märkischer Hof" findet nach dem Abendessen Tanz statt.
22 h Rückfahrt mit Kraftwagen nach Berlin, Leipziger Platz.

Der Preis für die Teilnehmerkarte beträgt für VDE-Mitglieder und deren Angehörige sowie für Teilnehmer an den Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften 3,50 RM, für eingeführte Gäste 6,50 RM. In diesem Betrage sind die Preise für Autobusfahrt, Motorbootfahrt, Besichtigung, Nachmittagskaffee mit Gebäck (einschl. Bedienungsgeld) und Abendessen (ausschl. Bedienungsgeld, ohne Getränke) einbegriffen. Teilnehmerkarten sind bis spätestens 30. 5. 1936 bei unserer Geschäftstelle Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, zu bestellen.

Wünsche für die Wahl des Gasthauses in Altenhof (Hotel „Märkischer Hof" oder „Kurhaus") werden nach dem Gesichtspunkte gleichmäßiger Verteilung auf beide Gasthäuser nach bester Möglichkeit berücksichtigt.

Nachzügler, die im eigenen Kraftwagen an dem Ausflug teilnehmen wollen, sind willkommen.

Pünktliches Erscheinen ist erforderlich.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r., Fernruf: C 4 0011, App. 2631.
22. 5. 1936 „Die Auswahl von Niederspannungschaltgeräten für Industrieanlagen", II. Teil (Vortragender: Dr. Denk).

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz, Wilhelmshagen, Fahlenbergstraße 27, Fernruf: D 4 0011, App. 205.
25. 5. 1936 Aussprachеabend.

Arbeitsgemeinschaft Elektrizitätswerke gemeinsam mit **Elektrische Bahnen.** Leiter: Dr.-Ing. H. Weissmann VDE, Spandau, Falkenhagener Straße 2, Fernruf: C 1 0011, App. 128.
26. 5. 1936 Aussprachеabend über die Vorträge von Dipl.-Ing. Goercke und Generaldirektor Warrelmann. Vorbesprechung über die Arbeitseinteilung.

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstraße 6, Fernruf: F 8 0014, App. 184.
27. 5. 1936 Aussprachеabend über Strom- und Spannungswandler.

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Str. 51, Fernruf: E 9 8501, App. 86.
28. 5. 1936 „Anwendung der Kristallsteuerung für Ultrakurzwellen" (Vortragender: Dr. H. Straubel).

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: A 2 0047.
29. 5. 1936 Aussprachеabend.

Diejenigen Jungingenieure, die an der vom 2. bis 4. Juli 1936 stattfindenden Mitgliederversammlung des VDE in München und dem mit dieser verbundenen Jungingenieurtreffen teilnehmen wollen, werden gebeten, sich unverzüglich bei ihrem Arbeitsgemeinschaftsleiter zu melden. (In besonders gelagerten Fällen können den Jungingenieuren über die bereits vorgesehenen Erleichterungen hinaus noch weitere Ermäßigungen gewährt werden.)

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Ordentliche Gauversammlung

am 28. 4. 1936 im großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Vorsitz: Professor Kloss.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Direktor Ch. Krämer über das Thema: „Spitzenleistungen der Regeltechnik, insbesondere der Konstanthaltung einer überwachten Größe".

Zu Punkt 1:

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung und weist auf eine ausgelegte Liste über 28 Neuanmeldungen hin. Die Niederschrift über die ordentliche Gauversammlung vom 31. 3. 1936 wird für genehmigt erklärt, da Einsprüche nicht eingegangen sind. Die Vortragsfolge für den Monat Mai 1936 wird bekanntgegeben.

Zu Punkt 2:

Der Vorsitzende erteilt das Wort Herrn Direktor Krämer zu seinem Vortrag über:

„Spitzenleistungen der Regeltechnik, insbesondere der Konstanthaltung einer überwachten Größe".
(Vortrag folgt.)

Nach erfolgter Aussprache schließt der Vorsitzende die Versammlung mit dem Danke an den Vortragenden.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein e. V.
Kloss.

Neuanmeldungen zum VDE Gau Berlin-Brandenburg in den Monaten März und April 1936.

Assmann, Gustav, Rechtsanwalt, Dr., Berlin
Baier, Edgar, Dipl.-Ing., Bln.-Grunewald
Bauer, Karl, Dipl.-Ing., Berlin
Berger, Walter, Elektroing., Bln.-Charlottenburg
Besig, Friedrich, Dipl.-Ing., Bln.-Frohnau
Bottke, Ernst, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Braband, Hans-Joachim, Ingenieur, Berlin
Bruhn, Hans-Gerhard, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Dannenberg, Friedr., Obering., Bln.-Siemensstadt
v. Dincklage, Ulrich, Freiherr, Elektroing., Bln.-Tempelhof
Döhring, Konrad, Bln.-Schöneberg
Ebeling, Emil, Elektroing., Bln.-Charlottenburg
Ebert, Johannes, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Erdmann, Paul, Ingenieur, Bln.-Schöneberg
Fait, Kurt, Techniker, Bln.-Grunewald
Fritsch, Volker, Ingenieur, Brünn

Fuchs, August, Dr.-Ing., Wien
Fuchs, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Funck, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Gentsch, Kurt, Dipl.-Ing., Berlin
Geyer, Rudolf, Techniker, Bln.-Pankow
Gräbner, Erich, Bln.-Charlottenburg
Grohe, Willi, Dipl.-Ing., Wien
Grüne, Hans, Dipl.-Ing., Berlin
Haase, Richard, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Hackenberg, Edmund, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Hahn, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Hansen, Richard, Dipl.-Ing., Berlin
Heller, Fritz, Dr.-Ing., Prag
Hellmich, Hermann, Direktor, Bln.-Wilmersdorf
Herbst, Rudolf, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Hofer, Martin, Elektroing., Bln.-Karlshorst
Hoffmann, Werner, Ingenieur, Bln.-Frohnau
Jacobs, Heinrich, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Jahn, Arthur, Elektrotechniker, Bischofswalde
Jaekel, Walter, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf
Janitschek, Josef, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Jeschke, Alfred, Ingenieur, Bln.-Haselhorst
Kesl, Karl, Ingenieur, Prag
Kirschfeldt, Herbert, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Klein, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Grünau
Krause, Eduard, Ingenieur, Berlin
Laig-Hörstebrock, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Lehmann, Willi, Ingenieur, Frankfurt/O.
Ludwig, Hans-Joachim, Ingenieur, Groß-Kölzig
Maring, Bernhard, Dipl.-Ing., Bln.-Lichtenberg
Martiny, Walter, Ingenieur, Bln.-Nikolassee
Mayer, Hans-Ferdinand, Dr., Bln.-Charlottenburg
Metzkow, Gerhard, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Middleton, Leslie H., Chefingenieur, Ohio
Nitsche, Rudolf, Dr.-Ing., Bln.-Zehlendorf
Reinhardt, Walter, Elektroing., Bln.-Adlershof
Repp, Karlheinz, Elektroing., Berlin
Rietsch, Eberhard, Obering., Hennigsdorf/Osthavelland
Rossmann, Kurt, Ingenieur, Berlin
Rost, Martin, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Rudat, Heinz, Ingenieur, Bln.-Reinickendorf
Rupfer, Georg, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Seil, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Weißensee
Siegmund, Waldemar, Elektroing., Bln.-Wilmersdorf
Simeonoff, Assen, Dipl.-Ing., Pleven
Sombrutzki, Ernst, Ingenieur, Bln.-Neukölln
Soyck, Werner, Dipl.-Ing., Bln.-Pankow
Spandau, Alfons, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Süberkrüb, Max, Reg.-Baumeister a. D., Bln.-Karlshorst
Schaer, Johannes, Dipl.-Ing., Berlin
Schmidt, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Johannisthal
Schramme, Julius, Dipl.-Ing., Frankfurt/O.
Stauch, Bernhard, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Steding, Erich, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Straubel, Curt, Abteilungsdirektor, Bln.-Charlottenburg
Thaller, Franjo, Dipl.-Ing., Zagreb
Teinert, Theodor, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Tönjes, Ulrich-Wilhelm, Bln.-Wilmersdorf
Tremba, Erwin, Bln.-Charlottenburg
Wachsmann, Felix, Dr.-Ing., Bukarest
Wallé, Hans, Obering., Rostock
Walther, Alfred, Ingenieur, Berlin
Weber, Rudolf, Dr.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Weidenbaum, Friedrich, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Werner, Rudolf, Ingenieur, Bln.-Hermsdorf
Westerhoff, Eugen, Ingenieur, Bln.-Halensee
Wigger, Hans-Hermann, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Winkelsträter, Hermann, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Wolframm, Bodo, cand. ing., Bln.-Charlottenburg
Zirkel, Werner, Dr.-Ing., Bln.-Siemensstadt

Sitzungskalender.

Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 26. 5. (Di), Jungingenieurabend im „Saal der Technik", Wuppertal-Elberfeld, Alexanderstraße 18.

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 22. 5. (Fr), 20^{h}, E. I.: „Entwicklungstendenzen in der Hochspannungstechnik" (m. Lichtb,). Dr. Schäfer VDE.

Gau Ostsachsen, Dresden. 28. 5. (Do), $19^{h}45^{m}$, E. I., Helmholtzstraße 9: „Die Erzeugung und Verwendung heimischer Treibstoffe unter bes. Berücksichtigung des elektrischen Stromes für Kraftfahrzeuge (m. Lichtb. u. Filmvorführ.). Dipl.-Ing. W. Rödiger.

Gau Südsachsen, Chemnitz. 28. 5. (Do), 20^{h}, Staatl. Akademie für Technik: „Neuzeitlicher Blitzschutz in Verbindung mit Erklärungen über den derzeitigen Stand der Wünschelrutenfrage". G. R. Friedrich VDE.

VERSCHIEDENES.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke.

621. 316. 925 : 621. 316. 1. 016. 32

In Ergänzung zu dem in dem Aufsatz von F. Cornelsen in der ETZ 56 (1935) H. 35, S. 966 im letzten Absatz erwähnten Pendelschutz mit unabhängiger Ablaufzeit und frequenzabhängiger Arbeitsweise dürfte es von Interesse sein, daß die Berliner Kraft- und Licht

Sp ZR ZA A S -S S

A Anwurfrelais
ZR Zeitrelais mit Rücklaufverzögerung
ZA Zeitrelais für die Auslösung
Sp Sperrelais, wenn bei Überstrom nicht ausgelöst werden soll

Abb. 1. Frequenzabhängiger Pendelschutz mit unabhängiger Zeit.

(BEWAG)-Aktiengesellschaft eine ähnliche Einrichtung, wie sie in Abb. 4 des genannten Aufsatzes gezeigt ist, seit längerer Zeit in Betrieb hat. Die Einrichtung trennt beim Auftreten schneller Pendelungen die gekuppelten Netze an einer bestimmten Stelle auf, während bei langsamen Pendelungen keine Auslösung stattfindet. Im Gegensatz zu der in dem Aufsatz beschriebenen Einrichtung löst der bei der BEWAG eingebaute Pendelschutz auch bei Überlastungen aus. Der Schutz besteht außer dem Anwurfrelais, in diesem Fall ein Überstromrelais, aus nur zwei Relais. Die Schaltung zeigt Abb. 1. Das Anwurfrelais arbeitet auf ein Relais, das unverzögert seinen Kontakt schließt, aber verzögert abfällt (Rücklaufverzögerung). Dieses Relais arbeitet wiederum auf ein gewöhnliches Zeitrelais, das die Auslösung bewirkt. Der Vorgang beim Pendeln ist dann folgender: Beim ersten Stromstoß spricht das Anwurfrelais an und betätigt das Relais mit Rücklaufverzögerung, das seinerseits das Zeitrelais zum Ablaufen veranlaßt. Geht der Strom wieder unter den Ansprechstrom des Anregerelais im Verlauf der Pendelung herunter, so fällt nur dieses ab, während das Relais mit Rückstellverzögerung seinen Kontakt noch geschlossen hält. Dadurch wird der Ablauf des Zeitrelais nicht gestört. Der Vorgang wiederholt sich dann, bis das Zeitrelais abgelaufen ist und den Stromkreis für die Auslösung schließt. Bei langsamen Pendelungen, wo also ein Hineinziehen in den Synchronismus am wahrscheinlichsten ist, löst der Schutz nicht aus, da dann das Relais mit Rücklaufverzögerung genügend Zeit zum Abfallen findet.

Der Schutz löst auch aus, wenn ein reiner Überstrom auftritt. Er wirkt also auch wie ein Überstromschutz mit längerer Zeit. Hierdurch hat man den Vorteil, entweder, wenn die lange Auslösezeit tragbar ist, den besonderen Kurzschlußschutz zu sparen oder aber außer diesem einen Überlastungsschutz zu besitzen. Soll der Schutz nur als Pendelschutz arbeiten, so kann man durch ein weiteres Zeitrelais (in der Abb. gestrichelt) den Schutz unwirksam machen, wenn der Überstrom in Höhe des Ansprechwertes eine bestimmte Zeitlang anhält.

Zu dem Aufsatz ist außerdem noch zu sagen, daß der mehrmals gebrauchte Ausdruck „Wandern des scheinbaren Kurzschlußpunktes" unter Umständen ein falsches Bild von den Vorgängen bei Pendelungen geben kann. Vom Relais selbst aus gesehen ist der Ausdruck zwar richtig. Denn hierbei sind die Abschaltbedingungen maßgebend. Beim Vergleichsschutz z. B. genügt es, wenn die Richtungsrelais an beiden Enden zur Leitung hinweisen, um auszulösen. Die Relais verhalten sich also derart, als wenn ein Kurzschlußpunkt auf der Leitung wäre. Betrachtet man aber die elektrischen Vorgänge für sich, so braucht dieser Punkt nicht unbedingt dieselben Kennzeichen zu besitzen wie ein Kurzschluß.

Als Kurzschlußpunkt kann man diejenige Stelle im Netz bezeichnen, an der im Störungsfalle der Effektivwert der Spannung einen Kleinstwert und der Effektivwert des Stromes einen Höchstwert ohne Rücksicht auf den Leistungsfaktor besitzt. Ein solcher Kurzschlußpunkt liegt bei Pendelungen nur in der elektrischen Mitte (Widerstandszentrum) zwischen den pendelnden Kraftwerken. Er tritt auf, wenn die Vektoren der Kraftwerksspannungen auseinandergehen, und verschwindet, wenn die Spannungen sich der Gleichlage nähern. Der Punkt wandert aber nicht[1]), sondern liegt örtlich fest, abgesehen von Schwankungen infolge Veränderungen der pendelnden Maschinen. Diese Erscheinung ist auch der Grund dafür, daß Fehlauslösungen von Impedanzrelais bei Pendelungen in erster Linie in der Nähe der elektrischen Mitte auftreten können, d. h. also die Relais der Leitung, auf der der scheinbare Kurzschlußpunkt nach dieser Begriffserklärung liegt.

Alle Relais dagegen, die $\cos\varphi$-abhängig sind, also Streckenschutzrelais und Reaktanzrelais, verhalten sich anders, da sie nicht auf einen solchen Kurzschlußpunkt, sondern auf die Punkte $\cos\varphi = 0$ oder $\cos\varphi = 1$ ansprechen. Diese Punkte wandern tatsächlich und bedingen dadurch die höhere Empfindlichkeit besonders der Reaktanzrelais bei Pendelungen. Die Bezeichnung Kurzschlußpunkt auch hierfür kann aber leicht die Vorstellung erwecken, daß an diesen Punkten auch die Spannung Null ist, was keineswegs der Fall zu sein braucht. Die Relais verhalten sich zwar ebenso, als wenn ein Kurzschluß auf der Leitung wäre, aber elektrisch ist es kein Kurzschluß, da die Spannung nicht Null ist. Es wäre zu empfehlen, solche Punkte als „Reaktanz-Nullpunkte" beim Reaktanzrelais und als „Leistungsumkehrpunkte" beim Streckenschutz zu bezeichnen.

Berlin, 7. 1. 1936. H. Titze.

Erwiderung.

I. Netzauftrenn-Einrichtung. — Die einfachste Messung einer Pendelschwebung wäre mit Hilfe eines Frequenzmessers bzw. eines Frequenzrelais vorzunehmen. Die unmittelbare Erfassung so niedriger Frequenzen durch Relais — Größenordnung 1 Hz — bereitet mancherlei Schwierigkeiten. Daher wird die Zeit $t/2$, d. h. die Dauer der Halbperiode als Kriterium benutzt. Bei der im Aufsatz (Abb. 4) angegebenen Schaltung (*I*) wird die Zeit (*A-B* in beistehender Abb. 2) gemessen, die zwischen Anziehen und Abfallen des Anregerelais vergeht. Die von Titze dargestellte Anordnung (II) mißt die Zeit *B-C* zwischen Abfallen und Wiederanziehen des Anregerelais.

$1-2 = \frac{t}{2}$ Dauer des Durchschwingens der außertrittgefallenen Kraftwerke
A—B, *A' B'* usw. Dauer der Anregung
I_A Anregestrom für die Schutzrelais
I_s Ausgleichstrom zwischen den außertrittgefallenen Kraftwerken bei großem (I_s), mittlerem (I_s') und geringem (I_s'') Maschineneinsatz

Abb. 2. Messung der Schwebungsdauer für Pendelauftrenn-Einrichtungen.

Man sieht aus Abb. 2, daß beide Verfahren nicht genau die Dauer *1-2* der Halbperiode $t/2$ messen, sondern eine Sekundärgröße, die in erster Linie von der Frequenz, daneben aber auch vom Verhältnis des Schwebungsstromes I_s zum Anregestrom I_A abhängt.

1. Das erste Verfahren kann nur unter der Voraussetzung angewandt werden, daß die Amplitude des Schwebungsimpulses (I_s) gegen den Anregestrom (I_A) groß ist. Man sieht aus Abb. 2, daß der Zeitunterschied *AB* ($I_s = 10\,I_A$) gegenüber *A'B'* ($I_s = 5\,I_A$) gering ist. Bei kleiner Schwebungsamplitude ($I_s = 2\,I_A$) wird jedoch die Fälschung erheblich: Die gemessene Schwebungsdauer *A"B"* ist wesentlich geringer, die Frequenz scheint also höher zu sein, als sie in Wirklichkeit ist. Diese Anordnung beschränkt sich also auf die Fälle, bei denen die Ausgleichströme zwischen den pendelnden Kraftwerken ein Vielfaches des Anregestromes sind. Ein Vorteil dieser Schaltart ist, daß nur handelsübliche Relais benutzt werden.

2. Der Anwendungsbereich des Vorschlags II ist enger: Die Messung der Zeit *B-C* wird dann brauchbar sein, wenn die Schwebungsamplitude nur etwas größer ist als der Anregestrom ($I_s \approx 2\,I_A$) und sich dann nur in gewissen Grenzen ändert; denn man sieht, daß die Zeitunterschiede *B" C"* gegen *B' C'* oder gar *BC* beträchtlich sind. Wenn aber $I_s \approx 2\,I_A$ ist, machen Einsatzunterschiede von ± 25 % nicht sehr viel aus. In solchen Fällen, wo langsame Schwebungen von mehreren Sekunden Dauer auftreten können, muß das 3. Zeitglied *s* hinzugenommen werden, wenn Fehlauslösungen vermieden werden sollen; denn eine Netzauftrennung wird meist in wichtigere Kuppelleitungen eingebaut, die einen neuzeitlichen Schnellschutz (mit überlagertem und gestaffeltem Überlastschutz) haben.

3. Für kritische Fälle, bei denen der Anregestrom I_s nicht ein mehrfaches Vielfaches des Anregestromes ist ($I_s \approx 5\,I_A$) und er nicht ziemlich genau festliegt, muß die Amplitudenabhängigkeit des Zeitmessers ausgeschaltet

A Anregerelais — *C* Kondensator
R_1 Hilfsrelais mit Ruhekontakt — R_s Zeitrelais mit Arbeitskontakt
R_2 hochohmiges Hilfsrelais

Abb. 3. Von der Anregestromstärke (Maschineneinsatz) unabhängige Netzauftrenn-Einrichtung.

werden, d. h. man darf weder *AB* noch *BC* (Abb. 2) messen. Statt dessen muß als Kriterium $t/2$ selbst benutzt werden, d. h. die Zeitspanne *1-2*, oder, was fast dasselbe ist: *AC*. Man mißt dann die Zeit, die zwischen den Anziehbewegungen des Anregerelais vergeht. Auch hierfür gibt es eine besonders einfache Lösung, die wie (I) nur aus zwei Zeitelementen und einem Hilfsrelais besteht, ohne daß ein nichtlinearer Widerstand (Eisendrossel, Stromtor usw.) verwendet zu werden braucht (Abb. 3). R_1 ist ein normales Hilfsrelais mit Ruhekontakt, R_2 ein hochohmiges Relais, zu dem parallel der Kondensator *C* liegt. Das Ganze bildet ein in der Nachrichtentechnik übliches und durchgebildetes Zeitelement mit nachstellbarer Abfallverzögerung, das so bemessen wird, daß der kritische Zeitbereich *AC* bzw. die Pendelfrequenz erfaßt wird.

Beim Anregeimpuls wird gleichzeitig:

1. *C* über den noch geschlossenen Kontakt r_1 aufgeladen und R_2 angeregt.
2. Spule R_1 angeregt.

Wenn die Ansprechzeit $R_1 \approx R_2$ ist, dann öffnet sich r_1, während sich ungefähr gleichzeitig r_2 schließt. Durch das Öffnen von r_1 ist eine Neuaufladung von *C* unmöglich. *C* entlädt sich nun über R_2, unabhängig davon, was im Anregekreis vor sich geht. Das Öffnen von *A* bleibt auf den Kondensatorkreis ohne Wirkung: Zuerst öffnet sich a_2 (a_1), dann erst schließt sich (unmittelbar darauf) r_1. Erst der Beginn einer neuen Schwebung kann einen neuen Impuls über a_2-r_1 auf *C* bzw. R_2 geben.

Bei langsamen Schwebungen ist die Entladung von *C* über R_2 beendet, bevor die Zeitspanne *AC* (bzw. *A'C'*) verstrichen ist.

Bei schnellen Schwebungen geht das Ladespiel über a_2-r_1 immer wieder vor sich, bevor sich *C* über

[1]) Siehe auch R. Schimpf, ETZ 54 (1933) S. 1134 und H. Titze, Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 475 u. 514.

R_2 entladen hatte: R_1 kann dann ablaufen und die Auftrennung herbeiführen. Wenn die Schwebungen wieder langsamer werden, wird jedoch wieder bei r_2 aufgetrennt.

II. In dem Aufsatz ist zwar bei der Besprechung von Widerstandsrelais (Impedanz-Reaktanz-Schutz) und Streckenschutz vom scheinbaren Wandern des Kurzschlußpunktes, nicht aber vom Wandern des scheinbaren Kurzschlußpunktes gesprochen worden. Es gibt natürlich nur einen Punkt stärksten Spannungszusammenbruchs. Das Relais, das in diesem Widerstandszentrum („Kurzschlußpunkt") sitzt, mißt zwar den quantitativ kleinsten Widerstandswert, der aber nur im Augenblick der Phasenopposition Null ist. Im übrigen pendelt es im selben Rhythmus wie die übrigen Relais des Netzes, jedoch mit noch stärkerem Ausschlag. Es verhält sich wie alle Impedanzrelais so, als ob der Kurzschlußpunkt auf der Leitung wandere.

Der auch dem Nichtspezialisten sinnfällige Ausdruck vom „scheinbaren Wandern des Kurzschlußpunktes" gibt ein nicht nur anschauliches, sondern auch richtiges Bild von den Kurzschlußvorgängen, auch für Relais, die unabhängig vom $\cos \varphi$ sind.

Berlin, 11. 2. 1936. Franz Cornelsen.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Gewöhnliche Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Von Prof. Dr. F. Iseli. Mit 57 Abb. u. 106 S. im Format 140 × 210 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geh. 5,40 RM.

Dieses kleine Buch, das sich in erster Linie an Studierende höherer Technischer Maschinenbauschulen wendet, stellt eine Einführung in die praktische Handhabung gewöhnlicher Differentialgleichungen vor, wie sie dem Ingenieur begegnen. Auf allgemeine Sätze und abschließende Theorien wird verzichtet. In zwei Abschnitten ist von den Differentialgleichungen erster Ordnung und dann von denen zweiter Ordnung die Rede. Das Buch beginnt mit einer anschaulichen Darstellung der Richtungsfelder und geht dann gleich zu den wichtigen bekannten integrabeln Fällen über. Stark betont werden die linearen Differentialgleichungen, mit Recht, denn sie besitzen ja besonders zahlreiche Anwendungen in der Technik. Diese Anwendungen nehmen den Hauptraum ein. Mechanik, Wärmelehre, Elektrotechnik werden etwa gleichwertig behandelt. Die Lösungen werden eingehend diskutiert. Einige Hilfsmittel wie komplexe Zahlen und Hyperbelfunktionen werden knapp eingeführt.

Es liegt somit zweifellos ein brauchbares Buch vor, das auch für Studierende der Technischen Hochschulen geeignet sein dürfte, auch für fertige Ingenieure, die im Betrieb auf eine hergehörende Frage stoßen und nun ihre Kenntnisse auffrischen wollen. Denn damit hat der Verfasser sicher recht: „Wer sich überhaupt in naturwissenschaftliche Gebiete vertiefen will, kommt ohne Kenntnis der wichtigsten Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen nicht vorwärts."

Die Darstellung ist einwandfrei, die Ausstattung gut, schade, daß das kleine Buch etwas teuer ist.

G. Hamel.

Werkstatt und Praxis des Autoelektrikers. Von W. Popp unt. Mitwirk. v. Ing. F. Jung. 2. neubearb. u. erweit. Aufl. Mit 380 Abb., XII u. 420 S. im Format B 5. Verlag C. A. Weller, Berlin. Preis geb. 19,80 RM.

Eine sehr fleißige und verdienstvolle Arbeit, die nicht nur dem Anfänger, sondern auch dem fortgeschrittenen Elektriker bei seiner Werkstattarbeit von großem Nutzen sein wird. Neben der Einführung in das Wesen der elektrischen Anlagen in Kraftwagen und ihrer einzelnen Bestandteile sind die Erläuterungen der grundsätzlichen Vorgänge und die zahlreichen Abbildungen und Skizzen von Maschinen und Apparaten sowie die Schaltpläne der elektrischen Einrichtungen aller deutscher und zahlreicher ausländischer Wagen von besonderem Wert. Die dazu gegebenen Erklärungen sind dem Verständnis des handwerksmäßig vorgebildeten Facharbeiters angepaßt, der sich bei unbekannten Anlagen schnelle und erschöpfende Auskunft daraus holen kann. Die Anweisungen zum Aufsuchen und Beseitigen von Fehlern oder Schäden verraten den langjährigen und erfahrenen Fachmann. Das gesamte umfangreiche Material ist in neun Abschnitte eingeteilt, in deren erstem der Leser mit den Werkstatteinrichtungen bekannt gemacht wird, die zur Durchführung einer gründlichen Untersuchung und Vornahme erforderlicher Instandsetzungen nötig sind. Dann folgt in Abschnitt 2 und 3 die Einführung in das Wesen der elektrischen Maschinen und Apparate sowie eine Beschreibung des grundsätzlichen Aufbaus elektrischer Maschinen, in der ausführlich Ankerkörper, Feldspulen, Wicklungen und Schaltungen behandelt und in Abbildungen veranschaulicht werden. In Abschnitt 4 und 5 geht der Verfasser auf die verschiedenen Arten der Licht- und Lademaschinen und ihre Regelung sowie auf die Anlaßvorrichtungen ein. Der 6. und 7. Abschnitt enthält Zündanlagen und Lichtzündmaschinen. Die Abbildungen und Beschreibungen der Schaltpläne füllen den Abschnitt 8 aus und in Abschnitt 9 schließlich werden Zubehörteile, ihre Anbringung und die Vorschriften darüber besprochen.

Daß zum Schluß ein Verzeichnis fremdsprachiger Fachausdrücke des Englischen, Französischen und Italienischen mit Übersetzung ins Deutsche angefügt ist, gereicht dem Buch und seiner Bestimmung zum Vorteil; es kann dem ausgebildeten Facharbeiter sowohl wie dem Lernenden empfohlen werden. W. Rödiger.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Moderne Stahlgießerei für Unterricht und Praxis. Von Geh. Bergrat, Prof. i. R., Dr.-Ing. E. h. B. Osann. Mit 216 Abb., VIII u. 261 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 26,70 RM.

Lieferanten-Verzeichnis der Elektrizitätswerke. Nach Firmenunterlagen und dem Anzeigenteil der „Elektrizitätswirtschaft". Herausg. v. Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV). 8. Aufl. Mit XXXIX u. 207 S. im Format A 5. Franckh'sche Verlagshandlung W. Keller & Co., Abt. Berlin. Preis geh. 1 RM.

Kathodenstrahl-Oszillographie in Biologie und Medizin. Von Dr.-Ing. W. Holzer. Mit 74 Abb. u. 22 Zahlentafeln, X u. 155 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Wilhelm Maudrich, Wien 1936. Preis geb. 10 RM.

Sonderdrucke.

Mehr Wirtschaftlichkeit! Sonderdr. aus RKW.-Nachr. 1936, Nr. 1. Herausg. v. Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Berlin W 9.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. Vortragstagung „Industrielle Elektrowärme" in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie am 5. 6. (Fr.) in Berlin, Marmorsaal des Zoo. 8 Vorträge. Beginn 9 h 15 m. Karten (kostenlos) durch die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Berlin W 62, Einemstraße 1.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 53: Wer ist Hersteller von Pendelleuchten mit besonders isolierten Pendelrohren für Ziegeleiöfen?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 15. Mai 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 28. Mai 1936 Heft 22

100 Jahre Technische Hochschule Darmstadt.

Im Jahre 1836, als die Technik noch hauptsächlich handwerklichen Charakter hatte, entstand die Technische Hochschule Darmstadt als höhere Gewerbeschule unter der Leitung des ersten Direktors Schacht.

Nach mancherlei Umänderungen ihres Aufgabenbereiches erhielt sie im Jahre 1859 unter ihrem zweiten Direktor Külp die Einrichtung einer Polytechnischen Schule, und zwar mit zwei allgemeinen und fünf Fachklassen. Damals war die Zulassung zu der akademisch-technischen Prüfung noch an den Nachweis eines dreijährigen Universitätsstudiums geknüpft. Diese Bestimmung wurde im Jahre 1869 aufgehoben, und von diesem Zeitpunkt an konnte die Vorbereitung zum höheren Staatsdienst im Bau- und Ingenieurfach ganz in Darmstadt erfolgen. Die Anstalt wies außer der Allgemeinen Schule noch fünf technische Schulen auf, nämlich die Bauschule, die Ingenieurschule, die Maschinenbauschule, die chemisch-technische und die landwirtschaftliche Schule, die jedoch später einging. Im Jahre 1877 nahm die Polytechnische Schule die Bezeichnung „Technische Hochschule" an.

Im Anfang war der Unterricht im wesentlichen ein theoretischer Fachunterricht. Mit Einführung der Laboratorien erhielt die wissenschaftliche Forschung erst ihren festen Boden. Das erste eigentliche technische Institut in Darmstadt war wohl das für Elektrotechnik. Unter dem Eindruck der Ausstellung in Paris 1881 und München 1882 wurde von der hessischen Regierung die Anregung gegeben, eine Professur für Elektrotechnik zu schaffen. Da die Stadt für die finanziellen Verpflichtungen aufkam, so konnte bereits im November 1882 der neue Lehrstuhl von dem Münchener Privatdozenten Dr. Erasmus Kittler übernommen werden.

Das Elektrotechnische Institut der T. H. Darmstadt.

Die Berufung Kittlers bedeutet in der Geschichte unserer Technischen Hochschule einen Wendepunkt. Damals war die Besucherzahl der Hochschule so stark zurückgegangen, daß die Gefahr einer Schließung in greifbare Nähe gerückt war. Durch die kraftvolle Persönlichkeit Kittlers wurde die Elektrotechnische Abteilung und damit die ganze Hochschule wieder zu einem Anziehungszentrum.

Eine neue Blüte erlebte die Abteilung, als die Fragen der Hochspannungstechnik in den Vordergrund traten. Es war Kittlers Schüler und späterer Nachfolger Waldemar Petersen, der die zunehmende Bedeutung dieses Gebietes klar erkannte und durch seine Forschungsarbeiten und die Gründung des Hochspannungsinstitutes die Elektrotechnik in Deutschland mächtig förderte.

Durch die Weiterentwicklung ihres Programmes, ihrer Einrichtung und durch die Schaffung neuer Institute hat die Abteilung immer in engster Fühlung mit der Praxis gestanden, die sowohl dem Hochschulunterricht als auch der Praxis selbst zugute kommt.

Dieser seit Kittlers Zeit ungebrochen fortwirkende Geist gibt uns die Zuversicht, daß der elektrotechnischen Abteilung auch in Zukunft eine günstige Weiterentwicklung beschieden sein wird.

Hübener.

Die Elektrotechnik in Darmstadt.

Von **W. Petersen VDE**, Berlin und Darmstadt.

621. 3 : 378

Unter dem Eindruck der elektrotechnischen Ausstellungen Paris 1881 und München 1882 hatte der hessische Staatsminister Freiherr von Starck im Sommer 1892 die Schaffung eines Lehrstuhls für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt angeregt. Auf den scheinbar alternden Baum der seit 1836 bestehenden Hochschule sollte ein neues Reis gepfropft werden: es sollte ein letzter Versuch der Erhaltung sein. Denn der Besuch der Hochschule hatte im Sommersemester 1882 einen Tiefstand von 106 Studierenden erreicht, und der Gedanke der Schließung wurde ernstlich erwogen.

Der mit physikalischen Arbeiten in der Münchener Ausstellung beschäftigte Professor Dorn vom physikalischen Institut der Hochschule Darmstadt wies auf Dr. Kittler als geeigneten Vertreter für den neu zu schaffenden Lehrstuhl hin. Kittler hat dem Verfasser dieser Zeilen öfters lächelnd erzählt, wie ihm Dorn in München auf die Nerven gegangen, ja ihm mit seiner an die Neugier eines Examinators grenzenden Fragestellung geradezu lästig gefallen sei — bis sich eines Tages die Erklärung hierzu fand.

Oskar von Miller hatte in die Elektrotechnische Ausstellung München 1882 ganz neue Gedanken hineingelegt — es war kein Jahrmarkt, keine Messe, sondern nach seinem Wollen ein großartiges Laboratorium, eine hohe Schule der Elektrotechnik, in welcher genaueste Untersuchungen und Messungen für lange Jahre eine gesicherte Grundlage für die Weiterentwicklung der Elektrotechnik schaffen sollten und tatsächlich schufen. In Kittler hatte Oskar von Miller den Mann gefunden, der seinen Wunsch und Willen verwirklichen konnte. Die grundlegenden Arbeiten im Prüfungsausschuß der Ausstellung hatten die allgemeine Aufmerksamkeit auf Kittler gezogen.

Als die Hoffnung Millers, die Ausstellung als bleibende Arbeits- und Forschungsstätte Deutschland zu erhalten, nicht erfüllt wurde, unterstützte er die Berufung Kittlers nach Darmstadt auf das wärmste. Er hat, und darauf ist er immer stolz gewesen, bei der Schaffung des ersten Lehrstuhls für Elektrotechnik in Deutschland Pate gestanden.

Aus dem ersten Lehrstuhl für Elektrotechnik entstand in wenigen Monaten auf Anregung Kittlers die erste Abteilung für Elektrotechnik, die erste an einer technischen Hochschule. Der Name Kittlers wurde bald in der ganzen Welt ein Begriff. Mit der neugeschaffenen Abteilung blühte die ganze Hochschule auf. Für den Ersatz, für die Gewinnung neuer Lehrkräfte von Ruf schaffte das Wiederaufblühen erst die Voraussetzung der Berufungen und die Bereitwilligkeit der Berufenen. Die Elektrotechnik wirkte befruchtend auf alle Abteilungen.

Das Geheimnis des Erfolges Kittlers im Unterricht wie im praktischen Leben war das Suchen nach einer alles Beiwerk beiseite stellenden Klarheit und Einfachheit. Der Klarheit in der Herausarbeitung der Aufgabenstellung entsprach die Einfachheit der Lösung, und die Gewinnung der physikalischen Erkenntnis, die Herausarbeitung der physikalischen Erklärung war die Grundlage von allem.

Ich habe diese Schule bei der Feier des 70. Geburtstages Kittlers als die Schule der Klarheit bezeichnet, und jeder alte Darmstädter wird verstehen, was ich hierbei gemeint habe. Manchem Anfänger erschien das Fehlen verwickelter, mathematischer Ableitungen in den Vorlesungen Kittlers und seiner Schüler als Mangel, als Mangel an strengster Wissenschaftlichkeit — bis die Erkenntnis kam, daß eine wenn auch in wenigen Worten gegebene klare physikalische Erklärung unvergleichlich mehr geistige Arbeit erfordert als einige mathematische Operationen.

Legte Kittler einmal auf das physikalische Verständnis den größten Wert, so bildete auf der anderen Seite die Tätigkeit im Laboratorium und die Pflege der Meßtechnik, die schärfste Schulung im Messen, die Grundlage seiner Lehrtätigkeit. Nur wenige hatten schon damals klar erkannt, daß Messen die Grundlage jedes Wissens, jeder Technik, jeder Wirtschaft ist.

Auf die Messungen (Meßtechnisches Laboratorium), welche mit den Meßgeräten vertraut machen sollten, folgten die Messungen an Maschinen usw. (Maschinenlaboratorium), in dem jeder Versuch meßtechnisch verfolgt und gesteuert wurde. Ich stehe nicht an zu sagen, daß ich als Student bei weitem am meisten im Laboratorium gelernt habe. Die Ausbildung — zwei Halbjahre physikalische Meßmethoden im Physikalischen Institut, zwei Halbjahre meßtechnisches und zwei Halbjahre maschinentechnisches Laboratorium — war ganz ausgezeichnet, später trat hinzu noch radiotechnisches und Hochspannungspraktikum. Und ich habe viele Jahre als Lehrer gesehen, wie sich meine eigenen Schülererfahrungen immer wieder in den besten meiner Schüler wiederholten.

Rückblickend kann man heute nur staunen darüber, daß in den 80er Jahren eine Unterrichtsmethode herausgearbeitet wurde, die in ihrer Klarheit heute noch unveränderte Geltung hat.

Eine zweite Professur für Elektrotechnik wurde 1894 geschaffen und Wirtz übertragen; die dritte folgte 1897, sie wurde in die Hände von Sengel gelegt. Sengel übernahm die Planung elektrischer Licht- und Kraftanlagen und Bau elektrischer Maschinen und Apparate, Gebiete, die er schon jahrelang vorher in Darmstadt als Konstrukteur betreut hatte. Vor Sengel hatte Berndt die Übungen im Bau elektrotechnischer Maschinen geleitet. Nach den ersten Veröffentlichungen von Marconi, Slaby und Braun fand auch die drahtlose Nachrichtentechnik eine liebevolle Pflege durch Wirtz, dem, wie schon erwähnt, nach langer Dozentenzeit eine zweite Professur für Elektrotechnik (Elemente der Elektrotechnik, Meßtechnik, Nachrichtentechnik) übertragen worden war. In der übergroßen Bescheidenheit dieses prächtigen Menschen und Gelehrten ist einer der Gründe zu suchen, daß erst im Jahre 1934 ein eigenes Institut für Fernmeldetechnik seiner Bestimmung übergeben werden konnte.

Genau 25 Jahre nach der Gründung des Elektrotechnischen Institutes wurde die erste Vorlesung über Hochspannungstechnik, die erste Übung mit Studierenden im Hochspannungslaboratorium vom Verfasser abgehalten. In der Hochspannungstechnik wiederholte sich ein ähnliches Spiel wie 25 Jahre zuvor. Zunehmender Andrang und Raummangel waren die Kennzeichen der Entwicklung. Erst der große Bau des in den Jahren 1922/23 entstandenen neuen Hochspannungslaboratoriums schaffte Luft. An diesen Bau knüpfen sich zwei schöne Erinnerungen des Erbauers: Der Platz, ein Teil des Herrengartens, wurde dem Erbauer von der hessischen Regierung Weihnachtsabend 1922 als Weihnachtsgeschenk zur Verfügung gestellt, der Bau und seine Inneneinrichtung wurden ohne Inanspruchnahme staatlicher Mittel durch Spenden und Freilieferungen des In- und Auslandes ermöglicht.

Vier Zahlen sollen die Entwicklung des Elektrotechnischen Institutes beschreiben:

Nutzbare Bodenfläche:

1883	290 m^2
1895	1 450 m^2
1930	4 030 m^2
1934	5 430 m^2

(nach Fertigstellung des Institutes für Fernmeldetechnik).

Zur Zeit bestehen vier etatmäßige Lehrstühle und eine Honorarprofessur für Elektrotechnik:

Allgemeine Elektrotechnik II, Hochspannungstechnik, Meßtechnik: Prof. Dr.-Ing. Hueter.

Fernmeldetechnik, Allgemeine Elektrotechnik I: Prof. Dr. Busch.

Elektromaschinenbau und verwandte Gebiete: Prof. Punga.

Elektrische Licht- und Kraftanlagen, Elektrische Bahnen: Prof. Dr.-Ing. Buchhold.

Elektrowirtschaft: Prof. Dr.-Ing. Schneider.

Die ersten Halbjahre des Studiums der Elektrotechnik sind einer gründlichen physikalischen und mathematischen Schulung gewidmet, parallel zu ihr läuft eine ausgiebige Schulung in den Grundlagen des allgemeinen Maschinenbaus. Auch in der späteren Studienzeit bleibt der Beschäftigung mit dem Maschinenbau genügend Raum im Studium vorbehalten. Im eigentlichen Studium der Elektrotechnik wird eine früh einsetzende Spezialisierung grundsätzlich abgelehnt; ein jeder soll mit dem gleichen Rüstzeug des Wissens und der Erfahrung ausgerüstet werden. Die Praxis braucht — von Einzelfällen abgesehen — keine Spezialisten; deren Erziehung muß ihr vorbehalten bleiben.

In den beiden letzten Semestern findet allerdings eine Scheidung statt; je nach Veranlagung und Neigung wird von dem Studierenden dem einen oder anderen Wissenszweig besonderes Interesse gewidmet; die Diplomprüfungsordnung gestattet, derartige an und für sich nur leichte Unterschiede auch in der Prüfung zu berücksichtigen.

Eine stärkere Scheidung findet insbesondere seit der Schaffung des Institutes für Fernmeldetechnik statt. Zwar soll nach den alten Grundsätzen die Schulung in den Grundlagen der Fernmeldetechnik einem jeden Elektrotechniker zugute kommen. Der ausgesprochene Fernmeldetechniker muß sich jedoch heutzutage bereits auf der Hochschule mit dem Wissen und den Arbeitsverfahren dieses Wissenszweiges vertraut machen; die mit den anderen Elektrotechnikern gemeinsame Schulung in den Grundlagen wird hiervon nicht berührt.

Jedenfalls hat die Elektrotechnik in Darmstadt von den ersten Anfängen ihres Bestehens ab den Beweis erbracht, daß die Grundsätze der Schulung des Elektrotechnikers richtig sind.

Die alten Darmstädter Elektrotechniker umschlang von der ersten Zeit ab ein Band des Zusammengehörigkeitsgefühles — ein Band, das geknüpft wurde durch die gemeinsame Arbeit im Zeichensaal und Laboratorium und durch das gemeinsame Erleben der Vorlesungen Kittlers, die in seinen besten Mannesjahren ein Erlebnis für die Zuhörer waren. Und als im Winter 1918/19 die Kriegsfreiwilligen, zu Männern gereift, zurückkehrten, da bildete die Abteilung Elektrotechnik — Professoren und Studenten — eine große Kameradschaft, und sie ist es auch heute noch. Nie hat diese Kameradschaft der Autorität des Professors irgendwelchen Abbruch getan. — Die erzieherischen Möglichkeiten der Kameradschaftlichkeit in charakterlicher, wissenschaftlicher und technischer Hinsicht sind jedoch unvorstellbar groß. Nach dem vielleicht spielerischen Genuß der ersten Freiheit des jungen Studenten verlangt das technische Studium — aufbauend auf einer ausgezeichneten, auf der Mittelschule erworbenen Allgemeinbildung — den Einsatz des ganzen Mannes.

Schwere Sorgen bedrückten uns in den letzten Jahren, als der Nachwuchs der Nachkriegsjahre, belastet mit den Folgeerscheinungen der vielfach erschütternden Zerstörungen im Schulwesen, an die Hochschule kam. Wenn ein Studium eine abgerundete, allgemeine Vorbildung höchsten Ausmaßes verlangt, so ist es das technische Studium, so sind es die Aufgaben, die den Ingenieur als Arbeiter der Stirn mit dem Arbeiter der Faust tausendfältig verbinden. Wäre hier in den letzten Jahren kein Wandel eingetreten, so hätte man an der Zukunft des deutschen Ingenieurs zweifeln müssen. Wir haben die feste Zuversicht, daß dieser Wandel in kürzester Zeit zum Abschluß kommen wird, denn nur dann kann die „Hohe Schule" ihre Aufgabe erfüllen.

Das neue Institut für Fernmeldetechnik der Technischen Hochschule Darmstadt.

Von **H. Busch VDE**, Darmstadt.

621. 39 : 727. 5

1. Vorgeschichte.

Die starke Persönlichkeit seines Begründers Erasmus Kittler hatte dem Darmstädter Elektrotechnischen Institut auch insofern ihren Stempel aufgedrückt, als das Institut vorwiegend ein Starkstrominstitut war, wie denn überhaupt in der Vorkriegszeit die Fernmeldetechnik oder, wie sie damals hieß, die Schwachstromtechnik im Hochschulunterricht im allgemeinen nur eine untergeordnete Rolle spielte, obwohl diese Technik an wirtschaftlicher Bedeutung dem Starkstrom schon damals nur wenig nachstand. Trotzdem hatte K. Wirtz es verstanden, ohne Inanspruchnahme besonderer Mittel wenigstens für ein wichtiges Teilgebiet, die Radiotechnik, ein Praktikum einzurichten, das für die damalige Zeit vorbildlich war und das, vor allem durch das von seinem Assistenten Rein verfaßte und in den späteren Auflagen von Wirtz selbst bearbeitete und erheblich erweiterte Buch „Radiotelegraphisches Praktikum", eine starke Wirkung weit über die Kreise der Darmstädter Hochschule hinaus ausübte.

Nach dem Kriege setzte dann, hauptsächlich veranlaßt durch die Erfindung der Elektronenröhre, die bekannte stürmische Entwicklung der Fernmeldetechnik ein. Sie kam nicht nur zum Ausdruck in dem wirtschaftlichen Aufschwung der einschlägigen Industrie (Rundfunkindustrie, Fernkabeltechnik), sondern äußerte sich vor allem in einer ausgesprochenen Verfeinerung und wissenschaftlichen Vertiefung dieser Technik. Dies hatte zur Folge, daß in den Jahren nach dem Kriege ein ständig steigender Bedarf an Ingenieuren mit gründlicher wissenschaftlicher Ausbildung auf diesem Gebiete eintrat; heute ist die Lage so, daß der Bedarf der Praxis an Fernmeldeingenieuren größer ist als der an Starkstromingenieuren und daß die Anforderungen an ihre Ausbildung bei der Vielseitigkeit dieser Technik und der bedeutenden Rolle, die bei ihr die Theorie spielt, mindestens eben so hoch sind wie beim Starkstromingenieur.

So ergab sich für die Hochschulen die Aufgabe, ihre Einrichtungen für die Ausbildung der Fernmeldeingenieure erheblich zu erweitern, ja in der Hauptsache neu zu schaffen. Die oben geschilderte Lage fordert zwangsläufig, daß der Umfang dieser Einrichtungen, sowohl was die Zahl der Lehrkräfte wie auch die Größe und Ausstattung der technischen Institute anbetrifft, nicht hinter

denen des Starkstromunterrichtes zurückstehen darf. Wenn auch der Weg bis dahin noch weit ist, wenn auch die hierfür erforderlichen beträchtlichen Mittel nur allmählich bereitgestellt werden können, das Ziel muß unverrückbar im Auge behalten werden, weil sonst die Versorgung der fernmeldetechnischen Industrie mit ausreichend ausgebildetem Nachwuchs in Frage gestellt ist.

Ein Schritt auf dem Wege dahin ist die Erbauung des neuen Darmstädter Instituts für Fernmeldetechnik. Der Bau wurde 1928 grundsätzlich beschlossen, die Mittel 1929 bewilligt; aber wirtschaftliche Krise und Geldnot brachten bei den Vorarbeiten und während des Baues immer wieder Verzögerungen. Erst am 1. 7. 1931 konnte der Grundstein gelegt werden, im Herbst 1934 wurde das Institut bezugsfertig und am 1. 11. 1934 feierlich eingeweiht.

Abb. 1. Gesamtansicht des Instituts für Fernmeldetechnik (nach einer von dem ausführenden Architekten, Herrn Reg.-Baurat Günther, gezeichneten Skizze).

2. Allgemeine bauliche Anlage.

Bei der Anlage des Instituts mußte von vornherein die Eigenart des Arbeitsgebietes berücksichtigt werden, die an die Laboratorien besondere Anforderungen bezüglich Störfreiheit stellt. Hochfrequenzmessungen verlangen Freiheit von Radiostörungen; akustische Messungen, auch die rein elektrischen Messungen mit Wechselstrombrücke und Telephon, erfordern Schutz vor Fremdgeräuschen, insbesondere Straßenlärm. Dem wurde schon bei der Wahl des Bauplatzes Rechnung getragen; das Institut liegt in dem, dem Hessischen Staat gehörigen, der Öffentlichkeit nicht zugänglichen Prinz-Georgs-Garten an der Schloßgartenstraße, von der Hochschule und dem Elektrotechnischen Institut leicht erreichbar und doch so weit entfernt, daß Störungen von dort aus in erträglichen Grenzen bleiben; anderseits gewährleistet die Lage in dem ruhigen Garten guten Lärmschutz.

Der Bau, dessen Gesamtansicht Abb. 1 zeigt, weist einen Grundriß in Form von zwei rechtwinklig aneinanderstoßenden Flügeln auf. Die bebaute Bodenfläche beträgt 780 m², der umbaute Raum 9000 m³. Die Gesamtnutzfläche sämtlicher für technisch wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung stehenden Räume (ohne Flure, Bodenraum und Nebenräume) beträgt 1400 m².

Auch die Raumverteilung wurde unter dem Gesichtspunkte der Störfreiheit vorgenommen. Alle geräuscherzeugenden Anlagen, wie Werkstatt, elektrische Maschinen, Aufzug, Lüfter usw., sind räumlich möglichst weit von den störempfindlichen Meßlaboratorien getrennt; das ist unter Ausnutzung des durch den Bauplatz bedingten Grundrisses dadurch erreicht, daß der eine der beiden Flügel (der nördliche) den Meßlaboratorien vorbehalten ist, während Maschinen nur im anderen (östlichen) Flügel eingebaut sind. Die beiden Flügel sind durch eine den ganzen Bau senkrecht durchziehende, mit Kork ausgefüllte Trennfuge gegen Schallübertragung voneinander isoliert.

Zum andern erfolgte die Bauausführung unter sorgfältiger Beachtung schalltechnischer Gesichtspunkte. Alle Maschinenfundamente in Maschinenraum und Werkstatt, bei der Aufzugs- und Lüftungsanlage sind durch Korkschichten vom übrigen Gebäude isoliert. Zwecks guter Schalldämmung zwischen benachbarten Räumen sind die Zwischenwände und Decken durchweg massiv; die Betondecken benachbarter Räume sind voneinander und von den darunter- und darüberliegenden Wänden durch Korkschichten isoliert; der Estrich liegt der Decke nicht unmittelbar auf, sondern ist von ihr durch eine elastische Zwischenschicht getrennt. Die Flure des Laboratoriumsflügels sind zur Dämpfung des Trittschalles mit Korklinoleum ausgelegt. Die Fenster nach der Straßenseite sind als Doppelfenster ausgeführt.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Planung des Wasserleitungsnetzes gelegt, das, da jedes Laboratorium Wasseranschluß besitzt, durch Geräusche, die bei der Entnahme von Wasser in den Zapfhähnen entstehen, zu einer sehr unangenehmen Störungsquelle werden kann. Solche Geräusche lassen sich mit Sicherheit nur durch genügend niedrigen Wasserdruck vermeiden; deshalb ist das Wasserleitungsnetz des Institutes nicht unmittelbar an das städtische Rohrnetz angeschlossen, sondern wird durch einen im Dachboden angeordneten Behälter gespeist; nur im Maschinenflügel sind einige Zapfhähne unmittelbar an das Stadtnetz angeschlossen, um für Sonderzwecke auch Druckwasser zur Verfügung zu haben. Alle Rohrleitungen, auch die der Warmwasser-Sammelheizung, sind vom Mauerwerk akustisch isoliert.

1 Hörsaal, 2 Vorbereitungszimmer, 3 Sammlung, 4 Bücherei, 5 Schreibzimmer, 6 Vorstand, 7 Arbeitsräume, 8 Assistent, 9 Zeichensaal, 10 Hochfrequenzlaboratorium

Abb. 2. Grundriß des Obergeschosses.

3. Bauliche Einzelheiten.

Die Gesamtansicht des Baues zeigt Abb. 1. Man sieht links den Maschinenflügel, rechts den Laboratoriumsflügel. Der Maschinenflügel enthält in der Hauptsache den Hörsaal, darunter einen großen Praktikumsraum, ferner den Maschinen- und Schaltraum und die Werkstatt. Der Hörsaal ist durch ein begehbares flaches Dach abgeschlossen, an den vier Ecken sind Holzmaste von je 12 m Höhe

zum Aufspannen von Antennen angebracht. In dem Aufbau über der Zugangstreppe befindet sich in gleicher Höhe mit dem Dach ein kleiner Laboratoriumsraum mit Stromanschlüssen, in dem bei Antennenversuchen die Meßgeräte aufgestellt werden können.

Als Beispiel für die Anordnung der Räume zeigt Abb. 2 den Grundriß des Obergeschosses. An den Hörsaal schließen sich das Vorbereitungszimmer und die Hörsaalsammlung an, in dem anderen Flügel ist die Bücherei, anschließend sind Schreibzimmer und Vorstandszimmer sowie einige Assistentenzimmer und Arbeitsräume untergebracht, ferner ein Zeichensaal sowie ein besonders eingerichtetes Hochfrequenz-Laboratorium. Die Bücherei[1]) ist vom Schreibzimmer durch eine Glaswand getrennt, so daß sie leicht beaufsichtigt werden kann. Das Hochfrequenzlaboratorium besitzt unter dem Linoleumfußboden einen Kupferbelag, der an eine besondere Erdleitung, an die auch eine an den Wänden entlang geführte Ringleitung angeschlossen ist, störungsfrei geerdet ist; dieser Fußbodenbelag schließt zusammen mit einem innerhalb des Raumes aufgestellten doppelten Drahtkäfig einen gegen äußere elektrische und magnetische Hochfrequenzfelder vollkommen abgeschirmten Raum ab, wie er für empfindliche Hochfrequenz-Meßanordnungen benötigt wird.

Abb. 3. Blick in das „große Praktikum".

Das Erdgeschoß dient im wesentlichen dem Praktikum; es enthält im Maschinenflügel, unter dem Hörsaal und der Hörsaalsammlung, zwei große Praktikumsräume (Abb. 3) für solche Messungen, bei denen es nicht auf Geräuschfreiheit ankommt; dazwischen einen Maschinenraum für die bei den Praktikumsversuchen benutzten Maschinen und — gegenüber dem Haupteingang, mit Glastür zu seiner Überwachung — das Zimmer des Hausmeisters; dahinter ein Verbindungsgang, der von ersterem durch eine Glaswand getrennt ist. In den Innenwänden dieser vier aneinandergrenzenden Räume (zwei Praktika, Maschinenraum, Verbindungsgang) sind beiderseitig verschließbare Fensteröffnungen vorgesehen, die in gerader Flucht hintereinander liegen und so Versuche an Leitungen bis über 30 m Länge, beispielsweise Kurzwellenmessungen, auszuführen gestatten. Für feinere Messungen im Rahmen des Praktikums, insbesondere Brückenmessungen, sind sechs kleine Räume am äußersten Ende des Laboratoriumsflügels bestimmt. Weiter sind in diesem Geschoß noch die Sammlung für Laboratoriumsgeräte, die Dunkelkammer und Assistenten- und Arbeitsräume untergebracht.

[1]) Die Bücherei enthält auch die Handbücherei des verstorbenen Geheimrats K. Strecker, die dieser bekannte Pionier der Fernmeldetechnik dem Institut kurz vor seinem Tode geschenkt hat.

Im Sockelgeschoß befinden sich im Maschinenflügel unter dem Hörsaal die Dienstwohnung des Hausmeisters, anschließend Maschinenraum, Schaltraum und Werkstatt, während der Laboratoriumsflügel vorwiegend Räume für wissenschaftliche Arbeiten enthält. Am Ende dieses Flügels ist auf der einen Seite ein akustisches Laboratorium untergebracht, das, wenn auch in verkleinerter Ausführung, nach dem Muster des Institutes für Schwingungsforschung in Berlin gebaut ist. Es besteht aus zwei, durch Doppelwände mit Luftzwischenraum sorgfältig gegen Fremdschall geschützten Räumen, von denen der größere als Hallraum mit größtmöglicher Nachhalldauer eingerichtet ist, während bei dem kleineren Raum Wände, Decke und Boden mit stark schallschluckendem Stoff bekleidet sind, um die Schallreflexion möglichst zu unterdrücken. Die Räume dienen in erster Linie zur Untersuchung von Mikrophonen und Lautsprechern; sie können aber auch verwendet werden für Messung der Schallabsorption sowie der Schalldurchlässigkeit von Baustoffen; zu letzterem Zwecke ist zwischen den beiden Räumen eine Öffnung von 2×2 m vorgesehen, in die der zu untersuchende Baustoff derart eingebracht wird, daß er die Öffnung abschließt.

Gegenüber dem akustischen Laboratorium befindet sich der Aufbewahrungsraum für die großen Versuchskabel, die dem Institut von der Industrie als Geschenk überlassen worden sind. Zur Verfügung stehen außer einigen kleineren Kabeln ein 250 m langes 600paariges Teilnehmerkabel sowie ein 220 m langes 200paariges Fernkabel. Anfänge und Enden der Kabel sind durch Kanäle in die beiden anschließenden Kabelmeßräume geführt und dort durch normale Endverschlüsse abgeschlossen. Hier lassen sich die Adern in beliebiger Weise zusammenschalten, so daß es beispielsweise möglich ist, aus den Adern des Teilnehmerkabels eine Doppelleitung von 150 km oder einen Vierer von 75 km herzustellen und gegebenenfalls in Abständen von 1,75 oder 2 km Pupinspulen einzuschalten, also eine normale Pupinkabelleitung zu bilden, an der dann im Rahmen des Praktikums alle Messungen der Praxis (Wellenwiderstand, Dämpfung usw.) ausgeführt werden können.

Im Keller, der sich nur über einen Teil des Grundrisses des Maschinenflügels erstreckt, befinden sich unter anderem die Akkumulatorenbatterie und die Heizungsanlage.

4. Technische Einrichtungen.

a) Die Stromquellen. Das Institut ist durch ein Hochspannungskabel an die 6000 V-Sammelschiene der Hochschule angeschlossen. Zwei Transformatoren (5/10 bzw. 30 kVA) setzen die Spannung auf die Gebrauchsspannung 220/127 V herab; der erste speist das Lichtnetz, der andere die Maschinen und die Kraftstromverteilung. Bei Ausbleiben der Spannung wird ein Teil des Lichtnetzes (Notbeleuchtung) durch einen selbsttätigen Umschalter auf die Institutsbatterie und bei Wiederkehr der Spannung wieder zurück auf das Wechselstromnetz geschaltet.

Mit dem Starkstrominstitut ist eine Verbindung durch zwei vieradrige Niederspannungskabel vorgesehen.

Zur Gleichstromversorgung dient eine Sammlerbatterie (220 V, 150 Ah), von der durch Anzapfungen bei 4, 12, 24, 60 und 110 V auch kleinere Spannungen entnommen werden können; der negative Pol der Batterie ist dauernd geerdet, die unteren Stufen (0 bis 24 V) besitzen doppelte Kapazität. Geladen wird die Batterie durch einen Quecksilberdampf-Gleichrichter, doch ist auch Ladung durch Maschinen möglich. Für eine weitere Batterie, deren Aufstellung für später geplant ist, ist der Platz vorgesehen.

An Maschinen sind außer einigen kleineren Sätzen vorhanden:

1. Ein Gleichstrom-Hochspannungsgenerator (6000 V, 0,5 A), angetrieben durch Drehstrommotor,
2. Ein Wechselstromgenerator 4,5 kVA für Frequenzen bis 500 Hz, angetrieben durch Gleichstrommotor.
3. Ein Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für 10 kW, bestehend aus einem selbstanlaufenden Synchronmotor 380/220 V, 50 Hz und einem Gleichstromgenerator mit zwei Stromwendern für je 110 V, die in Reihe oder parallel geschaltet werden können. Der Maschinensatz kann entweder von der Gleichstromseite aus (220 V-Batterie) angetrieben werden und liefert dann Wechselstrom 40 bis 60 Hz, oder kann bei Antrieb von der Wechselstromseite aus Gleichstrom 0 bis 160 V bzw. 0 bis 320 V abgeben, so daß er in vielseitigster Weise verwendbar ist; insbesondere kann er in letzterem Falle als Lademaschine oder auch als Ward-Leonard-Umformer, z. B. zum Antrieb des 500 Hz-Generators, benutzt werden.

Zwecks Vermeidung einer Übertragung von Geräuschen und Erschütterungen auf das Gebäude sind die Maschinen auf Kellerflur auf isolierten Fundamenten federnd aufgestellt; der Maschinenraum geht durch Keller- und Sockelgeschoß hindurch (Abb. 4). Einschalten, Anlassen und Regeln erfolgen von dem in der Mitte des Bildes sichtbaren, auf der Höhe des Sockelgeschosses stehenden Schaltpult aus, auf dem auch alle erforderlichen Umschaltungen, z. B. Übergang von der einen Betriebsweise des Umformers 3 auf die andere, mit jeweils einem Griff vorgenommen werden können. Vom Schaltpult aus können auch, ebenfalls durch Umschalter, die Erregerleitungen der einzelnen Motoren und Generatoren auf den Hauptverteiler und über diesen auf jeden einzelnen Arbeitsplatz geschal-

Abb. 4. Maschinenraum mit Schaltpult und Hauptschalttafel.

tet werden, so daß die Regelung der Drehzahl der Motoren und der Spannung der Generatoren von jedem Arbeitsplatz, insbesondere auch vom Hörsaal aus möglich ist.

Bei diesen vielseitigen Anforderungen ist das Schaltpult natürlich eine recht verwickelte Anlage geworden (vgl. Abb. 5, Schaltplan des Motorgenerators 3), namentlich durch die vielen Verriegelungen, die zur Vermeidung von Fehlschaltungen erforderlich sind, und man könnte im Zweifel sein, ob es nicht gerade in einem wissenschaftlichen Institut, wo die Anlage nur von sachverständigem Personal bedient wird, zweckmäßig wäre, auf diese ganze verwickelte Schaltanlage zu verzichten und jede Schaltung von Fall zu Fall durch Klemmen und Drähte herzustellen. Maßgebend für die vorliegende Ausführung war nicht nur die Bequemlichkeit der Bedienung und die Zeitersparnis — die namentlich bei Vorlesungs-

II—I: Hauptumschalter zum Wechsel der Betriebsweise.
Abb. 5. Schaltplan des Motorgenerators 3.

versuchen sehr wichtig ist —, sondern vor allem der Gedanke der Betriebssicherheit; bei umfangreicheren Schaltungen ist man auch bei sachverständiger Bedienung vor Fehlern nie ganz sicher; solche lassen sich nur vermeiden, wenn alle Schaltungen über festverlegte Leitungen und eingebaute Schalter vorgenommen werden, weil man dann überall Verriegelungen einbauen kann, die Fehlschaltungen zwangläufig verhindern. Der Erfolg hat diesem Gedanken recht gegeben; die Anlage, die vom Institut in Zusammenarbeit mit der Lieferfirma entworfen wurde, hat sich gut bewährt und erspart namentlich bei Vorlesungsversuchen viel Zeit.

b) Hauptschalttafel und Stromverteilungsanlage. Die Hauptschalttafel (auf Abb. 4 hinter dem Schaltpult sichtbar) enthält links (durch die Säule verdeckt) Schalter und Meßinstrumente für die beiden Haupttransformatoren, rechts die Bedienungstafel für den Gleichrichter und die Ladetafel für die Batterie; die beiden mittleren Felder bilden den Hauptverteiler, der dazu dient, die Stromquellen des Institutes nach Belieben mit den einzelnen Arbeitsräumen und Arbeitsplätzen zu verbinden.

In vielen Instituten geschieht die Stromverteilung durch Kreuzschienenverteiler. Der diesem Verfahren nachgerühmte Vorteil, daß es gestattet, gleichzeitig eine größere Anzahl von Arbeitsplätzen an die gleiche Stromquelle anzuschließen, bedeutet für ein Institut, in dem genaue Messungen auszuführen sind, in Wirklichkeit einen Nachteil, weil die gleichzeitig angeschlossenen Arbeitsplätze sich gegenseitig stören können. Von diesem Verfahren wurde deshalb abgesehen und statt dessen eine Verteilungsanlage mit Stöpselschnüren gebaut, die nur einen Arbeitsplatz an eine Stromquelle anzuschließen gestattet, in besonderen

Fällen aber auch durch Zuordnung von mehreren Buchsen zu einer Stromquelle oder durch Zwischenschaltung von Steckern mit Doppelbuchsen den Anschluß von zwei oder mehr Arbeitspätzen erlaubt. Dafür ist die sehr viel benutzte Hausbatterie mit ihren Anzapfungen unter Umgehung der Verteilungsanlage mittels einer Ringleitung unmittelbar in jeden Laboratoriumsraum eingeführt. Der Hauptverteiler enthält außen (an den Seiten und unten) Buchsen, die über Schalter mit den Stromquellen verbunden sind; hier endigen auch die Verbindungsleitungen zum Starkstrominstitut. In der Mitte befinden sich die Buchsen für die abgehenden Leitungen. Letztere führen nicht unmittelbar zu den einzelnen Laboratoriumsräumen, sondern über sechs Zwischenverteiler, die in den Fluren des Laboratoriumsflügels angeordnet sind; nur der Hörsaal mit Vorbereitungszimmer sowie die beiden großen Praktikumsräume sind unmittelbar an den Hauptverteiler angeschlossen. In den Arbeitsräumen endigen die Leitungen auf Zimmerschalttafeln, an die auch die Hausbatterie mit ihren Anzapfungen unmittelbar herangeführt ist; von hier gehen Leitungen zu kleinen Klemmentafeln, die an jedem Arbeitsplatz vorgesehen sind (vgl. Abb. 3). So ist es mit wenigen Handgriffen möglich, die Spannung der Batterie und der Maschinen des eigenen und des Starkstrominstitutes an jeden Arbeitsplatz zu schalten und erforderlichenfalls auch von dort aus zu regeln. Benachbarte Zimmerschalttafeln sind ebenso wie benachbarte Zwischenverteiler durch Querleitungen untereinander verbunden, um sich bei ausnahmsweise großem Leitungsbedarf gegenseitig aushelfen zu können; auf diese Weise lassen sich auch, z. B. für Sprechversuche, Verbindungen von Zimmer zu Zimmer herstellen, ohne den Hauptverteiler zu beanspruchen. Ferner liegt in jedem Zimmer Tonfrequenzmeßspannung (800 Hz), die von einem zentral aufgestellten Röhrensummer geliefert wird; Wechselspannung von 50 Hz und 220 V kann bei kleineren Leistungen über Steckdosen vom Lichtnetz entnommen werden.

Von einer zentralen Versorgung mit hochgespanntem Wechsel- oder Gleichstrom wurde abgesehen; die kostspielige Leitungsanlage, die hierfür notwendig wäre, ist entbehrlich, weil die Hochspannung mittels Transformatoren und Hochspannungsgleichrichtern viel einfacher an Ort und Stelle erzeugt werden kann. Dem Institut steht hierzu ein selbstgebauter fahrbarer Transformator mit Röhren-Hochspannungsgleichrichter für 6000 V, 0,4 A zur Verfügung, dessen Spannung mittels eines ebenfalls selbstgebauten Drehreglers mit Fernsteuerung stetig bis herab auf Null geregelt werden kann.

Der oben erwähnte Gleichstrom-Hochspannungsgenerator, der im Maschinenraum steht, ist nur mit Hörsaal, Vorbereitungszimmer und großem Praktikum durch Hochspannungsleitungen verbunden.

Besondere Erwähnung verdient die Art der Leitungsverlegung. Die Lichtleitungen sind durchweg unter Putz, die Leitungen für den Experimentierstrom der Übersichtlichkeit halber grundsätzlich sichtbar verlegt, und zwar innerhalb der Laboratorien in Isolierrohren über Putz, in den Fluren als Panzeradern, die auf oben an den Seitenwänden angebrachten Betonbänken lose aufliegen. So stören die Leitungen das Raumbild nicht, sind anderseits leicht zugänglich und gestatten in einfachster Weise vorübergehende oder dauernde Erweiterungen des Netzes; zu letzterem Zwecke sind zusätzliche Durchführungen zu den Arbeitsräumen vorgesehen. Für senkrechte Verbindungsleitungen von Stockwerk zu Stockwerk sind, wie üblich, besondere Steigkanäle angeordnet, die, wie überhaupt alle Wanddurchführungen und Bodenkanäle (z. B. im Maschinenraum) bereits bei Planung des Rohbaus vorgesehen wurden, so daß nachträgliche Stemmarbeiten sich erübrigten.

c) Hörsaal. Der Hörsaal enthält 100 stark ansteigend angeordnete Sitzplätze, außerdem 20 Notsitze. Abb. 6 zeigt den Blick auf Wandtafel und Experimentiertisch, im Vordergrund rechts das Zeiss-Episkop (mit Bogenlampe[2]). Bemerkenswert ist die Anordnung der Projektionsfläche hinter der Wandtafel; letztere besteht wie üblich aus zwei gegenläufigen Hälften, deren Bewegung normalerweise durch einen in Tischhöhe befindlichen, die Brüstung oben abschließenden Klappdeckel begrenzt wird; soll projiziert werden, so wird der Deckel hochgeplappt, dann lassen sich die Tafeln so weit auseinanderschieben, daß zwischen ihnen die Projektionsfläche frei wird. Diese einfache Lösung hat sich sehr bewährt. Rechts und links von der 2½ m breiten Haupttafel sind zwei kleine feste Tafeln angebracht, von denen die eine durch einen in dem Boden oberhalb der Decke angebrachten kleinen Projektionsapparat derart beleuchtet werden kann, daß das Licht nur auf die Tafel, nicht aber auf die umgebende Wand fällt; so ist es möglich, auch bei völlig verdunkeltem Hörsaal, z. B. während der Projektion mit dem Episkop, an der Tafel Erläuterungen zu geben, ohne daß nennenswertes Störlicht in den Raum gelangt. Die kleinere Projektionsfläche oberhalb der linken Tafel ist für den Oszillographen bestimmt; zu dessen Stromversorgung ist gegenüber an der vordersten Sitzreihe eine besondere Klemmentafel angeordnet.

Abb. 6. Hörsaal, Blick auf Wandtafel und Experimentiertisch.

In neueren Instituten hat man vielfach auf einen festen Experimentiertisch ganz verzichtet und statt dessen fahrbare Tische vorgesehen, auf denen die Versuche außerhalb des Hörsaals fertig aufgebaut werden. Hier ist ein Mittelweg eingeschlagen: Die linke Hälfte des Experimentiertisches ist fest und enthält u. a. unter einer ausziehbaren Tischplatte einen Ausguß mit Wasserzapfhahn, die rechte Hälfte besteht aus drei fahrbaren Tischen, die durch Steckbolzen mit der fest angeordneten Vorderwand verbunden werden können. Diese Vorderwand trägt ebenso wie die Vorderwand der festen Tischhälfte, deren Verlängerung sie bildet, die im Bilde sichtbaren Klemmentafeln für die Stromzuführung. Eine gleiche Wand befindet sich im anschließenden Vorbereitungszimmer. Auch diese trägt Klemmentafeln, deren

[2]) In einem elektrotechnischen Institut, wo die Nachteile der Bogenlampe wegen des vorhandenen sachverständigen Personals weniger ins Gewicht fallen, dürfte ein Bogenlampenepiskop gegenüber einem Glühlampengerät wegen der größeren Lichtstärke und des erheblich geringeren Anschaffungspreises den Vorzug verdienen.

Klemmen mit denen des Hörsaals parallel geschaltet sind. Wenn also ein Versuch im Vorbereitungszimmer ausprobiert worden ist, brauchen nur die Drähte von der Klemmentafel gelöst und nach Hinüberfahren des Tisches in den Hörsaal mit den gleichen Klemmen dort wieder verbunden zu werden. Die Stromverteilungstafel für den Hörsaal, auf der sämtliche Stromquellen des Institutes teils unmittelbar, teils über den Hauptverteiler zugänglich sind, befindet sich nebenan im Vorbereitungszimmer; im Hörsaal befindet sich nur eine Zwischentafel mit Schaltern, um die Tischklemmen spannungslos zu machen (Abb. 6 rechts); sie enthält außerdem noch Buchsen zur Verbindung des Hörsaaltisches mit den an den Seitenwänden angeordneten Galvanometerkonsolen, dem Projektionsapparat u. dergl. Links von dieser Tafel ist die Lichtschalttafel sichtbar, über der Eingangstür erkennt man den Hochspannungsanschluß.

Die elektrisch angetriebene Fensterverdunkelung kann von mehreren Stellen aus betätigt werden, von denen aus auch die gesamte jeweils eingeschaltete Beleuchtung über Schütze mit Druckknopfsteuerung aus- und wieder eingeschaltet werden kann.

Besonderer Wert ist auf eine gute Lüftungsanlage gelegt worden. Ein im Keller schallisoliert aufgestellter Lüfter führt durch Öffnungen in der Decke dem Hörsaal (und wahlweise auch dem großen Praktikum) Frischluft zu, die im Winter erwärmt und befeuchtet, im Sommer gekühlt werden kann; die Abluft wird durch einen zweiten, auf dem Dachboden aufgestellten Lüfter abgesaugt.

5. Schluß.

Die vorstehend gegebene Beschreibung läßt erkennen, daß das Institut für seine Aufgaben auf das beste eingerichtet ist. Hinzuzufügen wäre noch, daß das Ganze nicht nur sehr zweckmäßig, sondern auch, dank der Arbeit der Architekten, recht ansprechend ausgeführt worden ist: Ein wirkungsvoller Bau, eine zwar einfache, aber würdige und geschmackvolle Vorhalle, helle, freundliche Räume. Das alles ist mit verhältnismäßig geringen Mitteln erreicht worden. Besonders hervorzuheben sind die verhältnismäßig geringen Aufwendungen für die Sondereinrichtungen — rd. 18 % der Gesamtbaukosten — vor allem für die umfangreiche Stromverteilungsanlage. Dies konnte nur dadurch erreicht werden, daß einerseits die Planungs- und Entwurfsarbeiten vom Institut selbst ausgeführt wurden, wobei sich insbesondere die damaligen Assistenten Dipl.-Ing. Stepp und Dipl.-Ing. Werner verdient gemacht haben, und daß anderseits die Industrie bei Lieferung des Materials weitgehendes Entgegenkommen zeigte. Darüber hinaus ist das Institut auch bei der Ausstattung mit Geräten durch Schenkungen von einer Reihe von Industriefirmen großzügig unterstützt worden. Ihnen und allen anderen, die durch aufopfernde Arbeit zum Gelingen des Ganzen beigetragen haben, sei auch an dieser Stelle besonders gedankt. Sie alle haben mitgeholfen, ein Werk zu schaffen, das im besten Sinne gemeinnützig ist, denn die Ausbildung des Nachwuchses, der das Institut dienen soll, ist eine wesentliche Vorbedingung für eine lebenskräftige Industrie und damit für eine gesunde Gesamtwirtschaft.

Die Läuferkühlung von Turbogeneratoren und ihr Einfluß auf die Grenzleistung.

Von **Franklin Punga** VDE, Darmstadt.

621. 313. 322. 017. 72

Übersicht. Die Entwicklung des Turbogeneratorbaus nebst Vorschlägen zur Verbesserung der Läuferkühlung und zur Erhöhung der Grenzleistung werden besprochen.

Die Entwicklung des Turbogeneratorbaus hat sowohl in mechanischer als auch in elektrischer und thermischer Beziehung die Lösung vieler Fragen notwendig gemacht. Während im Jahre 1910 die höchste Leistung des 3000 U/min-Drehstromgenerators nur 5000 kVA, im Jahre 1920 20 000 kVA betrug, liegt jetzt schon eine Ausführung eines 80 000 kVA-Generators[1]) vor. Die Hauptphasen der Entwicklung sollen kurz besprochen und die mögliche Weiterentwicklung untersucht werden.

In mechanischer Beziehung können wir gegenüber dem Generator mit ausgeprägten Polen den ersten konstruktiven Fortschritt in dem von der Brown, Boveri & Cie., A.-G. entwickelten zylinderförmigen Läufer mit einer Mehrheit am Umfang verteilter Erregerspulen erkennen. Damit wurde die Lösung der Fliehkraftfrage ganz wesentlich erleichtert.

Ebenso wichtig war aber die Weiterentwicklung des für den Läuferkörper notwendigen Stahles von seiten der Stahlwerke, die jetzt imstande sind, einen von Haarrissen und Lunkern freien Körper zu liefern.

Für den Läufer des oben erwähnten 80 000 kVA-Generators wurde beispielsweise vergüteter Chromnickelstahl mit 55 kg/mm² Streckgrenze und 18 % Dehnung verwendet. Für die Kappen, die die Stirnverbindungen des gleichen Generators zu tragen haben, wurde unmagnetischer Sonderstahl mit 85 kg/mm² Streckgrenze und 30 % Dehnung benutzt.

Ein wichtiger Fortschritt war auch die im Gegensatz zur Theorie vorgenommene Durchbohrung des Läufers zum Zwecke einer sorgfältigen Untersuchung des Läuferinnern.

In elektrischer Beziehung waren ebenfalls interessante Fragen zu lösen. Die Vergrößerung der Leistung bedingte eine Vergrößerung der in einer Nut unterzubringenden Amperestäbe. Zur Herabsetzung der zusätzlichen Verluste durch Stromverdrängung wurden Kunststäbe gebaut, von denen der Röbel-Stab und der Punga-Roos-Stab die größte Anwendung gefunden haben.

Waren nun die zusätzlichen Verluste im Innern der Ständernuten auf ein Kleinstmaß herabgesetzt worden, so stellte sich eine unerwartet große Verlustquelle in dem Raum der Stirnverbindungen ein. Die in den Preßflanschen in unmittelbarer Nähe der Stirnverbindungen auftretenden Verluste waren vielmal größer als die eigentlichen Kupferverluste der gesamten Ständerwicklung. Teilweise Abhilfe konnte geschaffen werden durch unmagnetische Kappen für die Läuferstirnverbindungen sowie unmagnetische Preßplatten des Ständerpaketes und unmagnetische Schutzschilder. Trotz dieser Maßnahmen sind diese Zusatzverluste auch jetzt noch ein Hauptbestandteil der Gesamtverluste.

Die Weiterentwicklung wird wahrscheinlich dahin gehen, daß auch die Bügel unterteilt und verdrillt ausgeführt werden. Vorschläge hierfür liegen schon vor.

Die größten Schwierigkeiten waren aber sicher in thermischer Beziehung zu überwinden. Es galt, eine große Wärmemenge möglichst nahe dem Entstehungsort zu fassen und auf dem kürzesten Wege in den Auspuffraum weiterzuleiten. Da es nicht wünschenswert ist, mit der Erwärmung der Luft wesentlich über 25 ° hinauszugehen, so muß die Luftmenge (m³/s) annähernd gleich $0{,}03 \cdot Q$ gewählt werden, wobei Q die Verluste in kW (nach Abzug der Lagerverluste) darstellt. Dies führt zu einer großen An-

[1]) L. Kropff, Siemens-Z. 13 (1933) S. 85.

zahl paralleler Luftwege. Bei kleinen und mittleren Leistungen wird die Luft unmittelbar von zwei Lüftern, die mit dem Läufer zusammengebaut sind, in den Raum der Stirnverbindungen eingeblasen, von da folgt sie zum Teil dem Luftspalt und strömt dann durch Luftschlitze radial nach außen, zum Teil wird sie besonderen Kammern am Rücken des Ständerpaketes zugeführt und umspült nun in einem durch Stege vorgeschriebenen Wege die Ständerbleche (Abb. 1).

Für die Großturbogeneratoren hat sich die Anwendung getrennt angetriebener Gebläse als günstig erwiesen, wodurch ein besserer Wirkungsgrad der Kühlung erreicht

Abb. 1. Schnitt durch einen Luftkanal.

wird. Um Verschmutzung der Generatoren zu vermeiden, wird jetzt allgemein Rücklaufkühlung angewandt. Wie Abb. 2 zeigt, wird die aus dem Turbogenerator herauskommende erwärmte Luft von Lüftern[2]) erfaßt, dann an einem wasserdurchflossenen Rohrsystem gekühlt und schließlich dem Generator wieder zugeführt. Das Ständerpaket ist in der Längsrichtung in eine größere (am besten ungerade) Anzahl von Abschnitten zerlegt, wie Abb. 3 zeigt, von denen die mit gerader Zahl bezeichneten Abschnitte unmittelbar Kühlluft vom Rücken zugeführt bekommen. Diese Kühlluft wird bis zu dem Raum zwischen Ständer und Läufer geführt und fließt seitwärts bis zum rechts oder links gelegenen Abschnitt und dann radial nach oben in den Auspuffraum. Da nun die mit ungeraden Zahlen bezeichneten Abschnitte etwas ungünstiger behandelt sind, werden diese noch durch einen zusätzlichen Luftstrom nach der in Abb. 1 dargestellten Weise gekühlt. Durch einen parallel geschalteten Luftstrom wird der Raum der Stirnverbindungen gut gekühlt.

Bevor wir auf die Kühlung des Läufers eingehen, die noch schwierigere Fragen mit sich bringt als die Kühlung des Ständers, sollen zuvor einige allgemeine Berechnungsfragen erörtert werden.

Bezeichnen wir die Leistung des Generators in kVA mit N, die 1. Harmonische des Kraftlinienflusses je Pol (in Megalinien) mit Φ'_1, die algebraische Summe aller Anker-AW. mit $1000\,A_w$, den Wickelfaktor mit f_w, so gilt

$$N = 4{,}44 \cdot f_w \frac{f}{100}\, \Phi'_1\, A_w\,.$$

Im allgemeinen wird man die Wicklung mit verkürztem Wickelschritt ausführen, weil dadurch die Kurvenform der Spannung verbessert, die Ausladung der Stirnverbindung verringert und die Sättigung der Zähne beim plötzlichen Kurzschlußstrom herabgesetzt wird. Bei einer Verkürzung um γ° wäre $f_w = 0{,}957 \cdot \cos \gamma/2$, also bei $\gamma \approx 35^\circ$: $f_w = 0{,}957 \cdot 0{,}953 = 0{,}91$ und mithin bei $f = 50$ Hz

$$N = 2{,}02 \cdot \Phi'_1\, A_w\,.$$

Abb. 2. Rücklaufkühlung.

Abb. 3. Luftführung bei großen Leistungen.

Für den schon erwähnten 80 000 kVA-Generator ergibt sich

$$\Phi'_1\, A_w = \frac{80\,000}{2{,}02} = 39\,600.$$

Der Generator hatte 96 Nuten, 1 Leiter je Nut, 2 parallele Stromkreise, $I = 4400$ A, also

$$A_w = \frac{96}{2} \cdot \frac{4400}{2} \cdot 10^{-3} = 105{,}8$$

und

$$\Phi'_1 = \frac{39\,600}{105{,}8} = 375 \text{ Megalinien (bei Leerlauf).}$$

Der Außendurchmesser des Läufers ist 100 cm, der Innendurchmesser des Ständers rd. 107 cm, die Eisenlänge des Ständerpaketes ohne Lüftungskanäle 404 cm (einschl. Lüftungskanäle 505 cm). Die spezifischen Beanspruchungen sind also:

Die Anker-AW. je cm Peripherie

$$a = \frac{105\,800}{107 \cdot \pi} = 314\ ^{*3}).$$

Mittlere Induktion $$B_{1\,\text{mittel}} = \frac{375 \cdot 10^6}{0{,}5 \cdot 107 \cdot \pi \cdot 404} = 5520\ ^{*4}).$$

[2]) In vielen Anlagen wird die Luft erst gekühlt und dann vom Gebläse erfaßt; das ist aber ungünstig, weil dann die Kompressionswärme der Luft gewissermaßen als Vorwärmung auftritt.

*3) Der Verfasser rechnet mit Amperewindungen (nicht mit Amperleitern), um die Ähnlichkeit einer Maschine mit einem Transformator auch in der Spannungs- und Leistungsformel zum Ausdruck bringen zu können. a sind die Ankeramperewindungen je cm Peripherie; ($2\,a$ ist also der Strombelag). Bei Benutzung des verkürzten Wickelschrittes müssen wir noch den örtlichen Strombelag und den effektiven Strombelag unterscheiden. Letzterer ist im Verhältnis $\cos \gamma/2$ kleiner als der erstere.

*4) $B_{1\,\text{mittel}} = \frac{\Phi'_1}{\tau_p\, l}$ τ_p = Polteilung (am Innendurchmesser des Ständers gemessen) und l = Eisenlänge (ohne Lüftungskanäle).

Können die spezifischen Belastungen erhöht werden?

Wenn der Strombelag erhöht wird, müssen auch die Läufer-AW.- und im quadratischen Verhältnis die Erregerverluste und die Übertemperatur der Läuferwicklung wachsen.

Die mittlere Luftinduktion erscheint niedrig, aber maßgebend ist die Zahninduktion bei Vollast. Letztere sollte bei gewöhnlichem Dynamoblech und 1 cm Leiterbreite 20 000 Gauß nicht überschreiten, weil sonst im Nutenraum parallel zu den Nutenwänden Kraftlinien verlaufen, die Wirbelströme im Ständerkupfer erzeugen[5]). Die erregenden Ankerwicklungen sind am ablaufenden Ende des Hauptpoles bei Vollast wesentlich größer als bei Leerlauf, und damit wächst auch die Zahninduktion bei Vollast. Man darf deshalb bei Leerlauf in den Zähnen nur eine verhältnismäßig niedrige Zahninduktion zulassen, wenn man sicher sein will, daß bei Vollast keine störenden zusätzlichen Verluste auftreten.

Eine Vergrößerung des Durchmessers führt zu einer höheren Beanspruchung des Stahles, im besonderen der Kappen, die mit 30 kg/mm² schon jetzt den besten Baustoff notwendig machen.

Eine Vergrößerung der Länge würde zu einer Verkleinerung der kritischen Drehzahl führen, die zu 1200 U/min angegeben wird. Ob es möglich sein wird, mit der kritischen Drehzahl noch tiefer zu gehen, wird erst nach eingehenden Beobachtungen entschieden werden können. Bisher hielt man 1400 bis 1600 für die geringste zulässige kritische Drehzahl[6]).

Wenn der Läufer gut ausgewuchtet wird (als schlanker Körper!), macht sich der Durchgang durch die kritische Drehzahl (wie auch im Aufsatz von Kropff angegeben[7]) nicht bemerkbar, aber etwaige Unbalancen üben eine um so störendere Wirkung aus, je kleiner die kritische Drehzahl ist. Auch muß zwischen der zweiten kritischen Drehzahl und der Betriebsdrehzahl ein Abstand von mindestens 20 % verbleiben.

Unter dem Einfluß kleiner Verschiebungen der Läuferspulen (Wärmeausdehnungen) und der benachbarten Isolation ergeben sich oft recht störende Wirkungen, wie überhaupt die Folgen der Wärmeausdehnung noch nicht sicher bekämpft werden können. Ein wirksamer Vorschlag besteht darin, den Läufer sowohl bei Vollast als auch im Leerlauf und selbst im Ruhezustand selbsttätig auf annähernd gleicher Temperatur zu halten.

Trotzdem wir nun scheinbar in jeder Richtung an der Grenze angelangt sind, soll im folgenden gezeigt werden, daß unter Ausnutzung teils bekannter und teils neuer Vorschläge eine Vergrößerung der Grenzleistung auf das Doppelte möglich ist, ohne in mechanischer Beziehung den Baustoff höher zu beanspruchen und ohne die kritische Drehzahl weiter herunterzusetzen.

Die erste Stufe sieht die Benutzung von Aluminium für die Läuferwicklung nach einem Vorschlag von Rikli, dem früheren Oberingenieur der Firma Örlikon, vor. Das geringere spezifische Gewicht erniedrigt die Beanspruchung des Läuferkörpers, so daß der Läuferdurchmesser (um auf gleiche Beanspruchung zu kommen) auf 110 cm erhöht werden kann. Mit diesem größeren Durchmesser ist aber die Steifigkeit gewachsen, so daß jetzt die Länge von 500 auf 550 cm erhöht werden kann, ohne die kritische Drehzahl unter 1200 U/min herabsinken zu lassen[8]). In Abb. 4 zeigt a) die Läufernut bei 100 cm Durchmesser mit Kupferwicklung, b) die Läufernut bei 110 cm Durchmesser mit Aluminiumwicklung.

Bei letzterem Durchmesser kann die Nuttiefe von 14,5 auf 17 cm vergrößert werden, so daß der Durchmesser an der Nutwurzel 76 cm wird. Die Keilhöhe kann von 2,2 cm auf 1,8 cm verringert werden. Da sich mit Rücksicht auf die Oxydschicht des blanken Aluminiums die Dicke der Isolation etwas vermindern läßt, kann ein Aluminiumquerschnitt von 37 cm² (gegenüber einem Kupferquerschnitt von 27,3 cm²) untergebracht werden. Aus den zwei ersten Spalten der Zahlentafel 1 ersehen wir, daß sich trotz der

a) 100 cm Dmr., Kupferwicklung b) 110 cm Dmr., Aluminiumwicklung

Abb. 4. Läufernuten.

tieferen Nut das Gewicht von Zahn, Keil und Leiterquerschnitt um 8 % verringert hat, und daß sich die mechanischen Beanspruchungen am Zahnfuß und am Bohrloch nicht wesentlich geändert haben.

Zahlentafel 1.

		Wicklung aus Kupfer $d = 100$ cm	Wicklung aus Aluminium $d = 110$ cm	Neue Lüftung $d = 110$ cm Wicklung aus Aluminium
Zahl der bewickelten Läufernuten		36	36	32
Nutenteilung		$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{44}$
Gewichte in kg je 1 cm axiale Länge	Zahn	0,271	0,383	0,314
	Keil	0,69	0,057	0,083
	Wicklung u. Isolation	0,260	0,116	0,139
	Summe	0,599	0,556	0,536
Zentrifugalkraft in kg je 1 cm axiale Länge	Zahn	1167	1802	1505
	Keil	338	310	446
	Wicklung u. Isolation	1089	532	634
	Summe	2594	2644	2585
Beanspruchung des Zahnfußes in kg/mm²		16,6	14,1	13,0
Beanspruchung der Kappen in kg/mm²		30	28,3	29,8
Tangentialspannung am Bohrloch kg/mm²		21	21,7	19,8

Bei Anwendung der gleichen Kühlung wie im SSW-Generator kann der zweite Läufer nahezu die gleiche Durchflutung erhalten wie der erste, denn die Verluste haben sich annähernd im Verhältnis der Oberfläche vergrößert, d. h. der Wert A_w in der Leistungsgleichung darf nicht vergrößert werden; wohl aber vergrößert sich der Kraftlinienfluß um 20 bis rd. 25 %, so daß wir eine Leistung von 95 000 bis 100 000 kVA erhalten.

Die zweite Stufe sieht eine Erhöhung der mittleren Induktion ohne Erhöhung der bei Vollast auftretenden Zahninduktion vor. Nach einem Vorschlage des Verfassers und des Herrn Roos werden Schutzstellen in den Ständerzähnen vorgesehen, die ein allzu starkes Anwachsen der Induktion zwischen Leerlauf und Vollast verhindern sollen. Abb. 11 zeigt eine solche Schutzstelle. Die eigentliche Ständerwicklung wird 6 bis 10 cm radial nach oben verlegt, und diejenigen Teile der Zähne, an denen kein Kupfer liegt, werden besonders hoch gesättigt, damit bei Vollast etwa $B_z = 25\,000$ bis 28 000 werden kann, während an den Stellen neben der Ständerwicklung nur eine Induktion von 20 000 oder weniger auftritt[9]).

[5]) Bei legierten Blechen muß entweder die Breite des Kupferleiters oder die Induktion oder beides verkleinert werden.

[6]) Siehe deutschen Beitrag zur Weltkraftkonferenz 1930 (Grenzbedingungen für Generatoren von hoher Spannung und hoher Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und der Kühlung).

[7]) Siehe Fußnote 1.

[8]) Tatsächlich ist die kritische Drehzahl des später berechneten Generators etwa 1300 U/min.

[9]) DRP 493 104.

Der freie Raum wird für axiale Kühlung ausgenutzt; ferner wird die Nutenstreuung erhöht. In besonderen Fällen, wo zwei Leiter je Nut benutzt werden, kann der freie Teil so ausgebildet werden, daß ein Hereinschieben des Kunststabes in Längsrichtung und dann ein radiales Heraufdrücken des Stabes Vorteile bringt[10]).

Die Anwendung von Schutzstellen gestattet eine Vergrößerung des Kraftlinienflusses um rd. 10 bis 15 % und damit der Leistung auf 110 000 bis 115 000 kVA.

Eine weitere Vergrößerung der Leistung ist nur durch verbesserte Läuferkühlung und durch bessere Ausnutzung der Läufernut möglich, der wir nun unsere besondere Aufmerksamkeit widmen wollen.

Läuferkühlung.

Die normale europäische Praxis besteht darin, den Läufer durch Luft zu kühlen, die von beiden Seiten in Längskanäle hereingesaugt oder gedrückt wird. Diese Kanäle werden da angebracht, wo das Läufereisen, ohne schädliche Beeinflussung der mechanischen und magnetischen Eigenschaften, entbehrt werden kann; also in dem oberen Teil der Läuferzähne und vor allen Dingen in dem Hauptpol (wie Abb. 5 zeigt). Ein Beispiel für diese Bauart ist der von Rikli berechnete 23 400 kVA-Generator[11]). Der Läufer hatte einen Durchmesser von 92 cm, eine Eisenlänge von 165 cm, eine Erregerleistung bei Vollast von 96,3 kW, eine Manteloberfläche von 7,25 m² und eine

Abb. 5. Läuferkühlung durch Kanäle im Läufereisen.

durch Widerstandserhöhung beobachtete mittlere Temperaturerhöhung von 75 ° C. Das ergibt also

$$177 \text{ W je m}^2 \text{ und °C.}$$

Bei diesen verhältnismäßig kleinen Längen spielt die Lüftung der Stirnverbindungen eine wesentliche Rolle. Früher hatte man die Luftführung so angeordnet, daß die Luft vor dem Eintritt in Längskanäle möglichst viel von den Stirnverbindungen berührte. Ein beträchtlicher Fortschritt wurde gemacht, als Löcher in den Läuferkappen vorgesehen wurden, die eine Abführung der zur Kühlung der Stirnverbindung benötigten Luft gestatteten. Damit wurde eine weit innigere Kühlung bewirkt. Abb. 6 zeigt diese Anordnung für den 23 400 kVA-Generator.

Das Hereinströmen der Luft in Längskanäle findet eine natürliche Grenze, wenn die Länge des Läufers bei gegebenem Durchmesser immer weiter vergrößert wird, denn die Luftmenge wird sich nicht proportional mit der Länge vergrößern (wie es eigentlich wünschenswert wäre), sondern wird praktisch konstant bleiben, sich im äußersten Fall sogar verringern. Die zulässige Erregerleistung je m² Manteloberfläche wird also umgekehrt mit der Länge heruntergehen, wenn nicht neue Mittel erfunden werden, um den Einfluß der Länge unschädlich zu machen.

Das einfachste (aber nicht das wirksamste) Mittel besteht in einer starken Kühlung der Läuferoberfläche ohne irgendwelche Längskanäle. Dieses Mittel wird von den amerikanischen Elektrofirmen benutzt. Auch in dem schon erwähnten 80 000 kVA-Generator der SSW wurde es angewandt. Im allgemeinen wird versucht, die Außenoberfläche zu vergrößern, sei es durch Schnitte in peripherer oder solche in axialer Richtung[12]). Der Wärmeweg ist nun folgender: Vom Läuferkupfer durch die Isolation der Nutenwände zum Eisen der Zähne. Ein Teil der Wärme geht dann radial nach oben zur Läuferoberfläche, ein anderer Teil radial nach unten durch das Joch, nach den beiden Hauptpolen und von da ebenfalls zu der Läuferoberfläche. Besonders muß darauf geachtet werden, daß Luftpuffer zwischen Läuferkupfer und Läufereisen vermieden werden und daß eine Isolation mit guter Wärmeleitfähigkeit gewählt wird.

Abb. 6. Kühlung der Stirnverbindungen durch Löcher in den Kappen.

Bei dem 80 000 kVA-Generator wurden beobachtet: 121 kW Erregerleistung, 85 ° mittlere Erwärmung bei 19,6 m² Manteloberfläche, also: 72,5 W je m² und ° C.

Dieses Verfahren hat den Vorteil der Einfachheit, reicht aber nicht an die Kühlwerte heran, die bei axialer Belüftung des Eisens (wenigstens bei kleinen Läuferlängen) beobachtet worden sind.

Eine interessante Verbesserung wurde von Williamson vorgeschlagen[13]). In die Läuferzähne werden radiale und geneigte Löcher gebohrt. Je ein radiales und ein geneigtes treffen sich nahe der Zahnwurzel. Durch eine geeignete Form der Öffnungen wird erreicht, daß Luft in die radialen Löcher hereingedrückt und aus den geneigten Löchern herausgesaugt wird. Die Zentrifugalkraft hat auf diese Bewegung der Luft offenbar keinen Einfluß. Abb. 7 zeigt diese Anordnung. Um die Wirksamkeit dieses Verfahrens zu erkennen, müssen wir die prozentuale Vergrößerung der Oberfläche und die Geschwindigkeit der Luft entlang dieser Oberfläche einschätzen, die erstere beträgt etwa 80 %, die letztere wurde durch Versuche an Modellen zu 30 bis 40 m/s gefunden. Man dürfte danach eine Verbesserung der Kühlung in der Größenordnung 20 bis 30 % erwarten.

Erwärmungsversuche wurden vor und nach dem Einbohren der Löcher gemacht, die eine Verbesserung um 16 % ergaben[14]).

Wir wenden uns jetzt den Verfahren zu, die eine unmittelbare Kühlung der Läuferwicklung (ohne Zwischenschaltung des Läufereisens bei der Ableitung der Wärme) vorsehen. Die erste Lösung dieses Gedankens wurde in dem AEG-Läufer mit eingesetzten Zähnen verwirklicht. Diese

---

[10]) An dieser Stelle möge darauf hingewiesen werden, daß das axiale Hereinschieben des Stabes bei einer normalen halbgeschlossenen Nut nicht zu empfehlen ist. Entweder muß man dann eine abnormal große Toleranz vorsehen, die eine in thermischer und elektrischer Beziehung ungünstige Wirkung ausübt, oder man erhält einen nahezu ebenso ungünstigen Zustand, wenn einmal nach Jahren irgendeine Ausbesserung an einem Stabe vorzunehmen ist, daß nämlich das axiale Herausziehen des mit der Zeit aufgequollenen Stabes nicht mehr möglich ist.

[11]) P. Smith, Engineer v. 6. u. 13. 4. 1928.

[12]) Beim 80000 kVA-Generator der SSW wurden rd. 20 tiefe bis zur Zahnwurzel reichende, 1,5 cm breite Einschnitte senkrecht zur Achse vorgesehen.

[13]) Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 51 (1932) S. 652.

[14]) Die Hauptdaten des Generators waren: 115 000 kW, $\cos \varphi = 0{,}95$; 121 000 kVA; 1800 U/min, 60 Hz, 18 kV, 3884 A, 140 cm Läuferdurchmesser, 720 cm wirksame Länge des Läuferkörpers.

Bauart hat bekanntlich den Vorteil, daß die Spulen im voraus auf ihre genauen Abmessungen gewickelt und dann im Ofen hart wie Stein gepreßt werden können. Zwischen den Zähnen und der Spule befinden sich natürliche Kühlräume (siehe Abb. 8), die von Luft in axialer Richtung durchflossen werden. Die Isolation der Läuferspule an den beiden Außenseiten kann entbehrt werden, wodurch eine sehr günstige Wärmeabgabe erzielt wird.

Drehrichtung

Abb. 7. Williamson-Kühlung.

Angenähert möge die Wirkung der neuen Kühlung an dem Beispiel eines Läufers mit 110 cm Dmr. und 550 cm Eisenlänge (mit Lüftungskanälen) geschätzt werden.

Der Läufer habe 32 bewickelte Nuten, die $\frac{32}{44} = 0{,}727$ des Umfangs bedecken. Die Oberfläche der Wicklung, soweit sie in den Läufernuten liegt, hat 11 000 dm^2, und zwar sind 6100 dm^2 durch Isolation vom Läuferkörper getrennt,

Abb. 8. Schnitt durch einen Läufer mit eingesetzten Zähnen.

während 4900 dm^2 durch die Luft aus dem Räumen zwischen Ständer und Läufer unmittelbar gekühlt werden.

Der Querschnitt der Stirnverbindungen wird, im Gegensatz zu dem in den Nuten liegenden Teil der Wicklung vergrößert, und zwar rechteckig gemacht, um einerseits einen sicheren Halt zu geben und anderseits die Verluste in den Stirnverbindungen möglichst klein zu halten.

Abb. 9 zeigt den Läufer eines Generators. Für den Lüfter hat die AEG seit einigen Jahren die Propellertype geschaffen, die einen besseren Wirkungsgrad besitzt als der Radiallüfter.

Bei einem Turbogenerator der Firma Thyssen von 77 cm Läuferdurchmesser, 7,7 cm radialer Höhe der Läuferspule konnte vom Verfasser eine Temperaturerhöhung von 85 ° bei 8 kW je m^2 Mantelfläche beobachtet werden; umgerechnet auf die bei einem Läuferdurchmesser von 110 cm zulässige Spulenhöhe von etwa 11,5 cm dürfte sich bei einer Eisenlänge von 2 bis 3 m eine Wärmeabführung von 10 bis 12 kW je m^2 Mantelfläche und bei 85 ° Temperaturerhöhung ergeben.

Abb. 9. Läufer mit eingesetzten Zähnen und Propellerlüfter.

Der trapezförmige Querschnitt der Läuferspule kann aus einer normalen Spule mit rechteckigem Querschnitt und nachherigem Abfräsen des nicht erforderlichen Baustoffs erzeugt werden, oder es können Halbformspulen hergestellt werden, die sich seitlich in die Läufernuten einschieben lassen. Für das Schweißen oder Löten der letzteren liegen schon mehrere Vorschläge vor[16]).

In Weiterentwicklung des Williamsonschen Gedankens wurde vom Verfasser eine neue Kühlung vorgeschlagen, die in Abb. 10 dargestellt ist[15]).

Jede Nut enthält zwei Spulenseiten mit einem freien Raum dazwischen. In axialer Richtung ist die Nut durch Hartpapier oder isolierte Aluminiumstützen in einzelne Abteilungen getrennt, die durch die Keilaussparungen mit dem Raum zwischen Läufer und Ständer in Verbindung stehen. Jede Abteilung hat mindestens eine in der Drehrichtung geneigte und mindestens eine in entgegengesetzter Richtung geneigte Aussparung. Die erste wirkt drückend, die zweite saugend. Luft wird also an der einen Öffnung in das Innere der Nut gedrückt und an einer Stelle wieder herausgesaugt. Die Luft, die in dem Williamsonschen Kühlverfahren dazu benutzt wurde, um die Läuferzähne besser zu kühlen, wird jetzt zur Kühlung des Aluminiums selbst benutzt. Die Kühlung wird damit wesentlich stärker. In der Williamsonschen Kühlung muß die gesamte Wärme durch die Nutenisolation fließen; während im neuen Kühlverfahren nur der kleinere Teil die Isolation durchquert, der größere Teil dagegen unmittelbar, ohne den Zwischenpfad des Eisens, dem Luftraum zwischen Ständer und Läufer zugeführt wird.

[15]) In den Kulturstaaten unter Patentschutz gestellt.

Wir wollen annehmen, daß die Stirnverbindungen durch Luft, die von außen axial zuströmt und durch Löcher in den Kappen ausströmt, genügend gekühlt wird, so daß wir uns nur mit den im Läuferkörper allein entstehenden Verlusten und ihrer Ableitung zu beschäftigen haben. Die durch die Fläche 6100 dm^2 fließende Wärme können wir durch Vergleich mit den Daten des SSW-Generators zu 110 kW annehmen, wobei vorausgesetzt wird, daß die Kühlung des Eisens in den Keilen und in den Nuten des Hauptpoles annähernd die gleiche Wirkung ausübt wie die 20 in peripherer Richtung vorgesehenen Einschnitte des SSW-Generators. Für die zweite Fläche können wir durch Vergleich mit den Kühlwerten umlaufender Hochkantfeldspulen eine abgegebene Wärme von 37 W je dm^2 annehmen[16a]) und erhalten dann $4900 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 180$ kW. Die Feldspulen, soweit sie in den Läufernuten liegen, können also 290 kW Verluste zulassen; also erhalten wir bei 85 ° Temperaturerhöhung $\frac{290}{1{,}1 \cdot \pi \cdot 5{,}5} = 15{,}3$ kW je m^2

[16]) DRP. 440 448 und 445 971, SSW; DRP. 558 081, Punga und Roos.

[16a]) Versuche an Modellen sind im Gang.

Manteloberfläche. Die oben angegebenen Verluste würden entstehen, wenn rd. 110 000 Läufer-AW. je Pol gewählt werden.

Bei der Aufstellung des Vollast-Diagrammes müssen die Sättigungsverhältnisse der Zähne richtig berücksichtigt werden. Das folgende Verfahren geht auf die Kraftlinienverteilung längs der Peripherie bei Vollast zurück und erhebt Anspruch auf große Genauigkeit.

Abb. 10. Läuferkühlung nach Punga.

Abb. 11. Ständerzahn und Nut.

Die Abmessungen des Ständerzahnes und der Nut sind unter Berücksichtigung der schon erwähnten Schutzstellen in Abb. 11 dargestellt.

1 Hauptpol, m. Polstreuung b. Leerlauf
2 „ „ „ „ Vollast
3 Nebenpol

Abb. 12. Magnetisierungskennlinien für Haupt- und Nebenpol.

Abb. 12 gibt die Magnetisierungskennlinien für den Hauptpol und zwar Schaulinie 1 unter Berücksichtigung der bei Leerlauf auftretenden Polstreuung und Schaulinie 2 unter Berücksichtigung der bei Vollast auftretenden Polstreuung, während Schaulinie 3 für einen Nebenpol gilt. Um die Kraftlinienverteilung bei Vollast zu erhalten, müssen die Feld-AW. und Anker-AW. entsprechend ihrer wirklichen Lage bei Vollast zusammengesetzt werden. Hierfür ist der Winkel $\varphi' = \varphi + \alpha_0 + \beta_0$ maßgebend[17]). In Abb. 13 ist $\varphi' = 65°$ zunächst geschätzt worden; dann ist das Anker-Drehfeld im Abstande $90° - 65° = 25°$ von der Polmitte einzutragen; und zwar mit der Amplitude

$$F_d = 0{,}86\left(1{,}5 \cdot \omega\, I \cos \frac{\gamma}{2}\right).$$

Es sind 72 Nuten (Abb. 11), 1 Leiter je Nut, 2 parallele Stromkreise, 3750 A je Leiter gewählt worden und mithin

$$F_d = 0{,}86 \cdot 1{,}5 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 3750 \cdot 0{,}953 = 56\,000.$$

Abb. 13. Zusammensetzung von Anker- und Erregerfeld.

Wenn insgesamt 110 000 Läufer-AW. zulässig sind, so entfallen auf Läuferzähne, Luftspalt und Ständerzähne etwa 105 000 AW. (Schaulinie 2) und aus dem Zusammenwirken von 1 und 2 ergibt sich Schaulinie 3, aus der nun für jeden Läuferzahn der Kraftlinienfluß und damit die Induktion im Luftspalt bestimmt werden kann. Dies ergibt die Kraftlinienverteilung bei Vollast (Abb. 14, Linie 1).

1 bei gleichmäßiger, 2 bei gestufter Zahnbreite

Abb. 14. Kraftlinienverteilung bei Vollast.

Die 1. Harmonische hat die Amplitude $B_1 = 12\,400$ und ihr Zentrum ist $\beta_0 = 21{,}2°$ von der Polmitte entfernt. Damit sind aber die Unterlagen für das Diagramm Abb. 15 gefunden. Der Leerlaufvektor der Spannung sei senkrecht gedacht. Unter dem Winkel $\beta_0 = 21{,}2°$ wird die Phasenspannung:

$$E = 2{,}02 \cdot \omega\, \Phi_1' = 2{,}02 \cdot 6 \cdot 639 = 7750 \text{ V},$$

unter dem Winkel $\varphi' = 65°$ der Strom $I = 7500$ A und senkrecht dazu die Streuspannung $U_x = 975$ V aufgetragen. Dann ist $U = 7000$ V die Klemmenspannung je Phase, die gegenüber I um $\varphi = 38°$ voreilt, also ist die Leistung:

$$3 \cdot 7000 \cdot 7500 \cdot 10^{-3} = 157\,500 \text{ kVA bei } \cos\varphi = 0{,}78.$$

Im allgemeinen wird der willkürlich angenommene Wert von φ' nicht sofort zu dem gewünschten Werte φ führen; dann muß man die Kennlinie der Abb. 13 und 14 ein zweites Mal mit verändertem Werte φ' aufzeichnen. Im vorliegenden Falle ist eine Wiederholung der Rechnung wegen des geringen Unterschiedes, der ja als Reserve aufgefaßt werden kann, nicht nötig.

[17]) Siehe F. Punga: Vorlesung über Elektromaschinenbau, S. 125. Darmstadt.

Wir haben noch eine wichtige Kontrolle anzustellen:

a) Der Temperatursprung zwischen Ständerkupfer und -eisen ist nachzurechnen. Er ergibt sich zu etwa 22 °.

b) Aus Abb. 11 und 14 ist die höchste Zahninduktion in unmittelbarer Nähe des Ständerkupfers zu bestimmen. Man findet 19 000. An den Schutzstellen ist $B_z = 27\,000$.

Die mechanische Beanspruchung des Läuferkörpers ist in der 3. Spalte der Zahlentafel 1 angegeben.

Abb. 15. Vollast-Vektordiagramm.

Durch eine scheinbar nebensächliche Änderung, nämlich den Ersatz der Bronzekeile durch Keile aus Duraluminium kann die mechanische Beanspruchung des Läuferkörpers merkbar verbessert werden; nämlich von 19,8 auf 18,6 kg/mm² am Bohrloch und von 12,9 auf 11,4 an der Zahnwurzel. Da bei der neuen Kühlungsanordnung der Keil verhältnismäßig günstig beansprucht wird, dürfte die Benutzung von „leichten" Keilen durchaus empfehlenswert sein.

In der Abb. 14 ist noch eine punktierte Linie 2 eingezeichnet. Die Beanspruchung des Baustoffs an der Zahnwurzel bei Benutzung von Aluminium ist so gering, daß man eine bessere Abmessung der Läuferzähne in Erwägung ziehen kann. Die Zähne in der neutralen Zone tragen nur wenig zur Leistung bei; man sollte sie also schmaler halten als die Zähne in unmittelbarer Nähe des Hauptpoles. Vorher hatten wir den Zahn an der Zahnwurzel 20 mm breit gemacht. Zwischen den Hauptpolen liegen auf jeder Seite 15 Zähne. Die 4 Zähne, die dem Hauptpol am nächsten liegen, sollen jetzt 26 mm breit, 5 Zähne in der neutralen Zone 15,2 mm und die übrigen 20 mm breit gemacht werden. Die punktierte Linie zeigt die Veränderung der Kraftlinienverteilung bei Vollast. Die Vergrößerung der ersten Harmonischen des Kraftlinienflusses beträgt 2 %; der Winkel β_0 wird 17,9, so daß also das folgende Ergebnis herauskommt: Durch Stufenanordnung der Zahnbreite läßt sich die Leistung in kVA um 2 %, also auf 160 000 kVA, steigern, der $\cos\varphi$ kann dabei bei gleichen Läuferamperewindungen 0,76 statt 0,78 gewählt werden.

Wicklungen mit einem Hohlraum in der Mitte, der zu Lüftungszwecken benutzt wird, sind schon angewandt worden. Wie der Verfasser erst kürzlich erfuhr, ist der von der Firma Jeumont gebaute 72 000 kVA-Generator in dieser Weise ausgeführt worden, nur strömt die Luft axial, also von beiden Seiten her, in diesen Raum[18]). Der Hohlraum muß dann entsprechend größer sein als in Abb. 10, da die Luft die Wärme der zu einer halben Läuferlänge gehörenden Aluminiumwicklung abzuführen hat.

Wir dürfen das Gebiet der Läuferkühlung nicht verlassen, ohne noch eine weitere Möglichkeit der Vergrößerung der Grenzleistung erwähnt zu haben, nämlich die Benutzung von Wasserstoff als Kühlmittel. Hierdurch werden die Windverluste auf rd. 10 % herabgesetzt und die Kühlwirkung wird größer, während die Abwesenheit von Sauerstoff sich bei etwaiger Koronabildung oder bei Brandgefahr günstig auswirkt.

Bisher wurde Wasserstoff hauptsächlich beim Bau von Blindleistungsmaschinen als Kühlmittel benutzt; dabei war die einfache Art der Abdichtung ausschlaggebend. Die General Electric Company hat aber jetzt den ersten mit Wasserstoff gekühlten Turbogenerator in Bau, dessen Leistung 40 000 kVA bei 3600 U/min beträgt[19]). Die Frage der Abdichtung zwischen Generator und Kupplung scheint jetzt gelöst zu sein. Während man bei Blindleistungsmaschinen eine Vergrößerung der Leistung um 25 % (bei gegebenen Abmessungen) durch Anwendung der Wasserstoffkühlung ermöglicht hat[20]), dürfte bei den Grenzleistungs-Turbogeneratoren der Prozentsatz kleiner sein. In dem berechneten Generator ist eine Erhöhung der Induktion nicht mehr möglich, wohl aber dürfte sich der Strombelag noch um 12 % vergrößern lassen, womit eine Leistung von 180 000 kVA erreicht wird.

Bei den oben beschriebenen Grenzleistungsmaschinen dürften die Vorteile der Wasserstoffkühlung auch in bezug auf den Wirkungsgrad beträchtlich sein, denn die Windverluste werden von rd. 1 % auf rd. 0,1 % herunter und damit der Wirkungsgrad von rd. 97,5 auf 98,5 % heraufgehen.

Mit jeder starken Kühlung ist ein Erhöhen der Windverluste eng verbunden. Dies konnte auch bei den Versuchen an dem 115 000 kVA-Generator der Firma Allis Chalmer mit der von Williamson vorgeschlagenen Kühlung beobachtet werden.

Die Erregerwicklung erwärmte sich im unerregten Zustande nur durch die Wirbelbildung in den Bohrlöchern um rd. 13 ° C, und ein ähnliches Ergebnis ist auch bei dem neuen Vorschlag des Verfassers zu erwarten. Das ist die natürliche Grenze gegen eine zu weit getriebene Kühlung. Man könnte beispielsweise die Kühlung der Abb. 10 noch wesentlich verstärken, indem man denjenigen Teil des Keiles, der eine Einströmöffnung erhält, über den übrigen Teil des Läufers hervorragen läßt. Dem würden aber bei gewöhnlicher Luft die vergrößerten Windverluste entgegenstehen; bei Wasserstoff als Kühlmittel ist aber eine Verstärkung der Kühlung in dem eben erwähnten Sinne sehr stark in Erwägung zu ziehen.

Zum Schlusse möchte ich noch die Mitarbeit meiner Assistenten Busemann, Moldenhauer, Simon und Pommer dankend erwähnen.

Zusammenfassung.

Ausgehend von dem vor etwa sechs Jahren gelieferten 80 000 kVA-, 3000 U/min-Generator der SSW wird nachgewiesen, daß durch Anwendung von Aluminium für die Läuferwicklung und durch eine neue Belüftung des Läufers eine Grenzleistung von etwa 160 000 kVA möglich ist, die noch weiter erhöht werden kann, wenn Wasserstoff als Kühlmittel genommen wird.

[18]) Dieser Generator hat einen Läuferdurchmesser von 110 cm und eine Länge von 360 cm. Der Berechner (Rikli) erwähnt, daß 12 bis 13 kW je m² Mantelfläche bei 75° Temperaturerhöhung abgeführt wurden.

[19]) Die Westinghouse-Gesellschaft hat einen noch größeren im Bau (50 000 kW bei 3600 U/min).

[20]) Die GEC hat Blindleistungsmaschinen mit Wasserstoffkühlung für eine Gesamtleistung von 390 000 kW teils geliefert, teils im Bau.

Ortskraftwerk oder Verbundbetrieb?

Ein Beitrag zur Kostenrechnung.

Von Prof. Dipl.-Ing. R. Schneider VDE, Darmstadt.

621. 311. 003

Übersicht. In den Grundzügen werden Gedanken- und Rechnungsgang sowie die maßgebenden Größen angegeben, welche es gestatten, die kostenmäßige Auswirkung von mit Verbundbetrieb zusammenhängenden Maßnahmen nachzuprüfen und die wirtschaftlich günstigste Lösung zu ermitteln. Auf die Verfahren zum wirtschaftlichen Einsatz mehrerer Werke in eine gemeinsame Belastung und eine einfache Erfassung der Verlustkosten wird eingegangen. Die Durchführung wird an einem Zahlenbeispiel verfolgt[1]).

Nachdem durch Erlaß des Energiegesetzes[2]) über die staatliche Lenkung die Möglichkeit einer Stetigkeit in der Weiterentwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft nach einheitlichen Richtlinien gegeben ist, besteht für einige Sondergebiete in Fachkreisen teilweise noch verschiedene Meinung darüber, nach welcher Grundlinie die praktische Durchführung auszurichten ist, um die gestellte Aufgabe — Dienst am Volksganzen durch billigste und sicherste Belieferung — möglichst vollkommen zu erfüllen. Bei der Vielzahl der Möglichkeiten und einwirkenden Momente ist der anzustrebende Grenzzustand, der die beste Lösung auf weite Sicht darstellt, oft nicht leicht anzugeben, und es bedarf sorgfältigster Abwägung aller Für und Wider.

Eines dieser Probleme ist, ob die Entwicklung in Richtung einer Zusammenballung oder Auflockerung der Erzeugung zu lenken sei. Die Meinungsverschiedenheit über diese Frage ist nicht neu; die früher hierzu geäußerten Ansichten waren jedoch meist von elektrizitätswirtschaftspolitischen Erwägungen stark beeinflußt. Gerade bei dieser Frage ist die Zahl der zu beachtenden Gesichtspunkte sehr groß: Volkswirtschaftlich-energiewirtschaftliche, arbeitssorgliche, wehrpolitische Erwägungen, Belange der Industrieverlagerung, des planvollen Rohenergiehaushaltes, der Betriebssicherheit — um nur einige zu nennen, die sich insbesondere einer Behandlung mit dem Rechenstift entziehen — sind zu einem harmonischen Ausgleich zu bringen. Von maßgebender Wichtigkeit — wenn in ihrer Auswirkung auf mögliche Tarifsenkungen auch meist überschätzt — ist, entsprechend dem Hauptziel einer möglichst billigen Energiedarbietung, u. a. die Kostenfrage.

Zur Beweisführung bei Erörterungen über diesen Gegenstand findet man oft die Ergebnisse von auf unzureichenden Grundlagen aufgemachten Kostenrechnungen herangezogen. Es soll daher im folgenden unter Ausschluß aller anderen, bei einer Gegenüberstellung von Ortserzeugung und Verbundbetrieb zu berücksichtigenden Vor- und Nachteile, das grundlegende Rüstzeug gegeben werden, welches die kostenmäßigen Auswirkungen der mit Verbundbetrieb zusammenhängenden Maßnahmen nachzuprüfen und die wirtschaftliche Lösung zu ermitteln gestattet. Von diesem Blickpunkt gesehen sind folgende Möglichkeiten denkbar:

Fall 1: Jeder Bezirk wird nur von seinem örtlichen Bezirks-(Orts-)Kraftwerk versorgt.

Fall 2: Die einzelnen Bezirkskraftwerke schließen sich zu einem örtlichen Verbundbetrieb zusammen.

Fall 3: Fernversorgung (Grundlast) aus Großkraftwerken (Großverbundbetrieb), Eigenerzeugung (Spitzenlast) aus dem Ortskraftwerk.

Fall 4: Nur Fernversorgung.

Grundsätzlich ist bei einem kostenmäßigen Vergleich dieser verschiedenen Möglichkeiten die Summe der zum Vergleich stehenden Bezirke zu betrachten. Vergleichskenngröße ist der durchschnittliche Preis einer kWh in der Bezirkssumme k_m.

Um die Verhältnisse anschaulicher überblicken zu können, sollen die Betrachtungen durch ein Zahlenbeispiel unterstützt werden. Während die zugrundeliegenden Bezirksbelastungen der Praxis entnommen wurden, sind andere Werte, wie bezogene Anlagekosten, Prozentsätze für feste Kosten, feste und zusätzliche Umspannerverluste usw. so angenommen und gleich gehalten worden — was nicht streng richtig ist —, daß sich eine einfache Gestaltung und gute Übersicht der Rechnung ergibt. Sie können und sollen also nur einen Anhalt über die Größenordnung geben. Entsprechend den besonderen Verhältnissen praktischer Sonderfälle sind nicht unerhebliche Schwankungen möglich; die dann gültigen Beträge sind unschwer zu ermitteln und sinngemäß einzusetzen[3]). Folgerungen aus den Ergebnissen des Zahlenbeispieles auf die Praxis wären daher vollkommen verfehlt. Bei ihm kommt es nur darauf an, die für die Rechnung wichtigen Größen sowie Gedanken- und Rechnungsgang in den Grundzügen anzugeben.

Es seien drei Versorgungsbezirke A, B und C angenommen. Die Hauptverteilung erfolge in jedem der Bezirke mit einem Bezirksversorgungsnetz (Mittelspannungsnetz; im Beispiel mit 20 kV angenommen), das in das Niederspannungs-Versorgungsnetz (220/380 V) speist. Da Bezirks- und Niederspannungsnetz in jedem der vier Fälle in gleicher Ausführung vorhanden sein müssen, und da auch die Belastungsverhältnisse in ihnen jeweils gleich bleiben, somit für diesen Teil des Versorgungskreises auch die gleichen Kosten entstehen, fallen sie beim Vergleich heraus. Es ist also nur nötig, die Kostengestaltung primärseitig (in Richtung des Energieflusses gesehen) des Bezirksnetzes, also im Beipiel der 20 kV-Sammelschiene (SS.), zu vergleichen. Auf diesen Ausgangspunkt des Vergleiches sind auch die Daten der Belastung zu beziehen. Es sollen im folgenden nur Kosten berücksichtigt werden, die in Kraftwerken, Umspannwerken und Leitungen entstehen. Kosten zur Kompensation, zusätzliche Regel- und Sicherheitsglieder usw. bleiben außer Ansatz; sie können in Einzelfällen leicht ermittelt und sinngemäß eingeführt werden.

Zunächst ist es notwendig, sich Klarheit über die grundsätzliche technische Anordnung zu schaffen: In die 20 kV-SS. eines jeden Bezirkes speisen (vgl. Abb. 1):

Im Fall 1: Das Ortswerk (über Aufspanner 6/20 kV).

Im Fall 2: Das Ortswerk (über Aufspanner 6/20 kV); die anderen zusammengeschlossenen Werke (über Kuppelleitungen 60 kV und Umspanner 60/20 kV).

Im Fall 3: Das Ortswerk (über Aufspanner 6/20 kV); ein oder mehrere Fernkraftwerke [über ein überlagertes (Landes-) Hochspannungsnetz, z. B. 110 oder 220 kV und Umspanner 110 oder 220/20 kV]

Im Fall 4: Ein oder mehrere Fernkraftwerke (über ein Hochspannungsnetz, z. B. 110 oder 220 kV und Umspanner 110 oder 220/20 kV).

[1]) Bei der Durchführung der Arbeit hat mich Herr Dipl.-Ing. A. F. Buschbaum VDE in dankenswerter Weise weitgehend unterstützt.

[2]) ETZ 57 (1936) S. 21.

[3]) Genaueres über die hier gültigen Abhängigkeiten ist in: Schneider: Elektrische Energiewirtschaft, Berlin: Julius Springer 1936 gesagt. Dort finden sich auch die ausführlichen Ableitungen mancher in dieser Arbeit benutzten Beziehungen, auf die hier näher einzugehen der Raum verbietet.

Im folgenden wird für jeden dieser Fälle der Gang zur Ermittlung der durchschnittlichen Kosten einer ab 20 kV-SS. abgegebenen Kilowattstunde k_m angegeben und

Abb. 1. Grundsätzliches Schaltbild der Bezirks-(20 kV)-Sammelschiene für die 4 betrachteten Fälle.

durch Zahlenrechnung erläutert. k_m ist dann die Größe zur Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes für jeden Fall.

Fall 1: Einzelversorgung.

Die grundsätzliche Anordnung entsprechend obigen Ausführungen zeigt Abb. 2. Unter Berücksichtigung der gemachten Einschränkungen treten in jedem Bezirk auf:

a) Erzeugungskosten (Kraftwerk bis 6 kV-SS.),
b) Aufspannkosten (6/20 kV).

Abb. 2. Grundsätzliches Schaltbild bei Ortserzeugung in getrennten Bezirken. (Einzelversorgung zu Fall 1.)

Zu a): Die kostenmäßige Eigentümlichkeit eines Kraftwerkes wird bekanntlich wirtschaftlich auswertbar erfaßt durch die Kostengleichung, in der drei- bzw. zweigliedrigen Form [Gl. (1) bzw. (2)] für Gesamt- bzw. Durchschnittskosten [Gl. (1a) und (2a) bzw. (1b) und 2b)]:

$$K = A + n B + f C \quad (1a); \qquad k = \frac{a}{n} + b + \frac{c}{n'} \quad (1b);$$

$$K = A' + n B' \quad (2a); \qquad k = \frac{a'}{n} + b' \quad (2b);$$

A, B, C, a, b, und c bzw. A', B', a' und b' sind für jedes Kraftwerk diesem eigentümliche Festwerte, in denen seine wirtschaftlichen Eigenschaften zum Ausdruck kommen. Der Ausnutzungsfaktor $n = m/r$ verbindet wirtschaftliche Eigenarten der Belastung mit denen des Werkes, und das Ausnutzungsverhältnis[4]) $n' = \frac{n}{f}$ ist eine Verhältniszahl, welche die durch eine Belastung erforderliche Betriebsweise erfaßt und damit zur Bestimmung der „Bereithaltungskosten", insbesondere also der Leerlauf-Brennstoffkosten, wichtig ist. Die Aufstellung einer Kostengleichung wird weiter unten gezeigt. Die Verbindung zwischen drei- und zweigliedriger Form wird durch eine Gleichung der grundsätzlichen Form

$$f = n + \text{konst.} \quad (3)$$

hergestellt. Als sehr gute Näherung gibt Schnaus[5]) die Beziehung

$$f = n + \frac{1}{z\,r}\left(\frac{3}{2} - \beta_{2_i}\right) \quad (4)$$

an, in der bedeuten: f Betriebszeitfaktor, z Zahl der Maschinen, $r = L/S$ Reservefaktor, β_{2_i} der Lastgrad einer belasteten Maschine, bei der die nachfolgende in Betrieb genommen wird (im Beispiel $\beta_{2_i} = 0{,}75$).

Zu b): Die Umspannkosten setzten sich zusammen aus: festen Kosten für die Umspannanlage (Verzinsung, Abschreibung, Bedienung, Instandhaltung):

$$K_{fU} = p_U A_{LU}, \quad (5)$$

wobei bedeuten: p_U Prozentsatz der festen Kosten der Umspannanlage, $A_{LU} = a_{LU} L_U$ Anlagekosten der Umspannanlage, Kosten für die festen (Eisen-) und veränderlichen (Kupfer-) Verluste:

$$F_{VU} = F_{Vf_U} + F_{Vv_U} \approx p_{fU} L_U T + p_{vU} L_U \vartheta_s T \quad (6)^{6)}$$

Für jedes Kraftwerk ist also durch Berücksichtigung der Umspannverluste die auf die 6 kV-SS. bezogene Belastung seines Bezirkes zu ermitteln, und die aus dieser gewonnenen Verhältniswerte sind in die Kostengleichung einzuführen. Durch Hinzufügen der festen Umspannkosten werden dann die Kosten bezogen auf 20 kV-SS. gefunden.

Das Zahlenbeispiel möge die Durchführung veranschaulichen: Die Ausgangswerte sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die Belastungen liegen — bezogen auf 20 kV-SS. — in topographischer Darstellung[7]) vor. Die Kostengleichungen wurden durch Auswertung der Betriebsaufzeichnungen gewonnen[8]).

Zahlentafel 1.

Bezirk	Arbeit F 10⁶ kWh	Spitze S MW	ausgebaute Kraftwerksleistung L MW	Kostengleichung	ausgebaute Umspannerleistung L_U MW	Durchschnittskosten k Rpf/kWh
A	140	40,75	$5 \cdot 10 = 50$	$\frac{0{,}515}{n} + 1{,}10 + \frac{0{,}17}{n'}$	50	3,14
B	69,92	15	$2 \cdot 10 + 5 = 25$	$\frac{0{,}585}{n} + 0{,}88 + \frac{0{,}24}{n'}$	20	3,28
C	136	23,5	$4 \cdot 7{,}5 = 30$	$\frac{1{,}10}{n} + 0{,}1$ (Wasserkraft)	30	2,3
Summenbelastung	345,92	77,5[9])				

[4]) Nach Weingärtner, ETZ 53 (1932) S. 311; Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 470, auch Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit.

[5]) Schnaus, Diss. T. H. Darmstadt 1933, S. 45.

[6]) Diese Gl (6) gilt nur angenähert, einmal wegen der Reserve der Umspanner gegenüber der Spitze, zum anderen, weil bei Zu- und Abschaltungen von Umspannern sprunghafte Änderungen der Eisenverluste auftreten. Es ist dann nötig, die Betriebszeit T_B und den Betriebszeitfaktor f einzuführen. Hier ist zur Vereinfachung $T_B = T$ gesetzt, was auch meist zutrifft. Beide Fehler halten sich in zulässigen Grenzen.

[7]) Schneider, ETZ 52 (1931) S. 235.

[8]) Vgl. Fußnote 3. Es handelt sich hier also um eine Nachrechnung. Wie die Gleichung mit Hilfe von Erfahrungswerten für Vorrechnungen aufgestellt wird, ist weiter unten gezeigt (Zahlentafel 2).

[9]) Hieraus ergibt sich der Gleichzeitigkeitsfaktor

$$g = \frac{77{,}5}{40{,}75 + 15 + 23{,}5} = 0{,}978.$$

Da die Ausgangstopographien aus der Auswertung nur städtischer Belastungsgebirge gewonnen wurden, ist der auftretende Ausgleich nur gering. Bei Zusammenschluß von Bezirken verschiedenen Charakters (z. B. Stadt und Land) ist ein größerer Ausgleich zu erwarten. Die Verhältnisse würden sich dann für den Verbundbetrieb günstiger gestalten, weil dann wegen der durch Spitzensenkung frei werdenden Ausbauleistung der Zeitpunkt für Neubauten bei Verbrauchssteigerung hinausgeschoben wird.

Weiter werden folgende Werte eingeführt:

Leistungsfaktor bei Spitzenlast $\cos \varphi_S = 0{,}9$

bezogene Anlagekosten der Umspannanlagen . . . . $a_{L_U} = 35{,}\text{—}\ \text{RM/kW}$

$$p_U = 0{,}14$$
$$p_{f_U} = 0{,}004$$
$$p_{v_U} = 0{,}01$$

Dann werden die für den Bezirk *A* gültigen Werte gefunden:

$$m_A = \frac{140 \cdot 10^6}{40\,750 \cdot 8760} = 0{,}392;$$

$$\vartheta_{s_A} = 0{,}22 \text{ (zu } m_A = 0{,}392 \text{ und } \cos\varphi_S = 0{,}9)$$ [*10]

Damit kann angeschrieben werden:

$$S_{A\,6\,\text{kV}} = S_A + L_{V_S} = 40\,750 \cdot 10^3 + 0{,}014 \cdot 50\,000 = 41\,500\ \text{kW};$$

$$F_{A\,6\,\text{kV}} = F_A + F_{V_U} = 140 \cdot 10^6 + 0{,}004 \cdot 50\,000 \cdot 8760 + 0{,}01 \cdot 50\,000 \cdot 8760 \cdot 0{,}22 = 142{,}7 \cdot 10^6\ \text{kWh};$$

$$n = \frac{142{,}7 \cdot 10^6}{50\,000 \cdot 8760} = 0{,}326; \qquad f = 0{,}326 + \frac{0{,}75}{5 \cdot 1{,}2} = 0{,}451$$ [11]

$$n' = \frac{0{,}326}{0{,}451} = 0{,}723.$$

1 kWh ab 6 kV-SS. (einschließlich Umspannverluste!) kostet damit im Durchschnitt [vgl. Gl. (1 b) und Zahlentafel 1]:

$$k_{A\,6\,\text{kV}} = \frac{0{,}515}{0{,}326} + 1{,}10 + \frac{0{,}17}{0{,}723} = 2{,}915\ \text{Rpf/kWh}.$$

Die festen Umspannkosten betragen:

$$K_{f_U} = 0{,}14 \cdot 35 \cdot 50\,000 = 245\,000\ \text{RM}.$$

Die Durchschnittkosten einer kWh ab 20 kV-SS. ergeben sich somit zu:

$$k_A = \frac{2{,}915 \cdot 142{,}7 \cdot 10^6 + 245\,000 \cdot 100}{140 \cdot 10^6} = 3{,}14\ \text{Rpf/kWh}.$$

Durch entsprechende Rechnungen werden die Durchschnittskosten k_B und k_C ermittelt. Sie sind in Zahlentafel 1 eingetragen.

Die durchschnittlichen Kosten der Bezirkssumme betragen:

$$k_{m_1} = \frac{k_A F_A + k_B F_B + k_C F_C}{F_A + F_B + F_C} = \frac{3{,}14 \cdot 140 + 3{,}28 \cdot 69{,}92 + 2{,}3 \cdot 136}{345{,}92} = 2{,}92\ \text{Rpf/kWh}.$$

Fall 2. Örtlicher Verbundbetrieb.

Die hier gültige Anordnung ist in Abb. 3 dargestellt. Zunächst ist ein vorläufiger — unter Vernachlässigung der Verluste auf dem Kuppelleitungssystem — wirtschaftlicher Einsatz der Kraftwerke in die Gesamtbelastung vorzunehmen. Damit ist ein erster Anhalt für die Aufteilung der Last gegeben. An Hand einer Energiebilanz ist dann der Leistungsfluß über die einzelnen Kuppelleitungen und Umspanner (Ausgleichsbelastungen) zu bestimmen. Für genaue Rechnungen wäre durch Berücksichtigung der Verluste ein endgültiges Einsatzprogramm der Werke und deren endgültige Belastung zu ermitteln und entsprechend den so gefundenen Verhältnissen die Kostenrechnung vorzunehmen. Meist wird die Aufteilung der Belastung auf die Einzelwerke unter Berücksichtigung der Verluste zu keinem wesentlich anderen Ergebnis führen. Die Bestimmung der Summen- und Ausgleichsbelastung und damit der Verluste wird einwandfrei nur mit Hilfe von Addition und Subtraktion von Topographien[12]) erreicht. Nur so wird auch der bei der Summierung auftretende Ausgleich richtig erfaßt.

Der wirtschaftliche Einsatz wird zeichnerisch ermittelt durch Verbindung der Darstellung der zweigliedrigen Kostengleichung mit der geordneten Kurve der Summenbelastung. Der Grundgedanke ist folgender: Man ermittelt

Abb. 3. Grundsätzliches Schaltbild für den örtlichen Verbundbetrieb (zu Fall 2).

zunächst den Ausnutzungsfaktor, bei dem die zu vergleichenden Werke kostengleich werden (Schnittpunkt der Kraftwerks-Kennlinien) und kann dann auf Grund einfacher Überlegungen sofort angeben, welches der Werke unterhalb und welches oberhalb der gefundenen Grenze wirtschaftlich ist. Durch Übertragung der gefundenen Grenzen auf die geordnete Kurve wird deren Aufteilung gefunden. Da die Kostengleichung in der zweigliedrigen Form für Gesamtkosten [Gl. (2 a)] zeichnerisch leichter zu behandeln ist [$K = f(n)$ ist eine Gerade], wird hierfür diese Form herangezogen, allerdings ist es nötig, sie auf 1 kW der Ausbauleistung *L* abzustellen, weil auf verschiedene Ausbauleistungen bezogene Ausnutzungsfaktoren nicht allgemein vergleichbar sind. Werden die Kostengleichungen über die Beziehung Gl. (4) in die zweigliedrige Form überführt und auf 1 kW abgestellt, so erhält man:

$$K'_A = 46{,}8 + n \cdot 111\ \text{RM/kW u. Jahr} \qquad (7\text{a})$$
$$K'_B = 54{,}3 + n \cdot 98{,}1\ \text{„ „ „} \qquad (7\text{b})$$
$$K'_C = 96{,}3 + n \cdot 8{,}76\ \text{„ „ „} \qquad (7\text{c})$$

Die Gl. (7 a bis c) sind in Abb. 4 zeichnerisch dargestellt. In die Abb. 4 ist auch die Jahresdauerlinie der Summenbelastung — gewonnen aus der Summentopographie — eingetragen. Die Darstellung gestattet folgende Feststellungen:

Einsatz 1. Wirtschaftlichster Einsatz bei Möglichkeit der freien Wahl der Ausbauleistungen (hier nicht anwendbar, da die Ausbauleistungen bereits festliegen), entsprechend der unteren Grenze des Kostenkurvenzuges: Nur die Werke *A* und *C* kämen zum Einsatz. Werk *A* wäre entsprechend einer Spitze von 43 500 kW, Werk *C* entsprechend einer solchen von (77 500—43 500) auszubauen. Werk *A* wäre Spitzen-, Werk *C* Grundlastwerk. Werk *B* käme nicht zum Einsatz. Allerdings ist zu beachten, daß sich mit der Ausbauleistung auch die Festwerte der Kostengleichungen ändern.

Einsatz 2. Wirtschaftlicher Einsatz entsprechend den vorhandenen Ausbauleistungen. *C* kommt voll zum Einsatz (zur Vereinfachung ist hier eine ständige

*10) Wolff, ETZ 52 (1931) S. 1267; 53 (1932) S. 1005, Zahlentafel 3. Vgl. auch Fußnote 3. Es ist zu beachten, daß hier auf die Wirklast abgestellte Prozentsätze und Nennleistungen eingeführt sind.

11) Eine genauere Ermittlung von *f* ist durch Einzeichnen des Maschineneinsatzes in die Topographie oder die geordnete Kurve möglich. Die Abweichung des rechnerischen Wertes gegenüber dem genaueren beträgt hier ≈ 1,5%.

12) Schneider, ETZ 52 (1931) S. 235.

Wasserkraft angenommen). Trotzdem C seiner Kennlinie nach in einem noch größeren Bereich wirtschaftlich ist (bis $n\,T = 4260$ h), muß wegen der vorhandenen Ausbauleistung (durch den Wasseranfall bestimmt) auf das in diesem Bereich nächstbilligere Werk (in dem Beispiel also B) übergegangen werden, welches bis $h_L = 5100$ h[13]) überlegen ist. Es kämen somit nur 7500 kW dieses Werkes zum Einsatz. Den Belastungsteil mit kleineren Ausnutzungsstundenzahlen würde Werk A übernehmen. Ein Maß für die Mehrkosten dieser Einsatzweise gegen die des Einsatzes 1 ist die rechtsgeschraffte Fläche.

Abb. 4. Einsatz der Kraftwerke in die Summenbelastung beim örtlichen Verbundbetrieb (zu Fall 2).

E i n s a t z 3. Einsatz bei bestimmten Aufteilungen der Reserve aus betriebstechnischen Gründen. Soll z. B. das Werk B 10 000 kW Reserveleistung stellen, so sind 15 000 kW seiner Leistung für den Einsatz frei, und es übernimmt dann die Mittellast von 30 000 bis 45 000 kW entsprechend dem Ausnutzungsstundenzahlbereich von 3900 bis 6200 h. Jedoch ist diese Einsatzweise teurer, und zwar gegen die des Einsatzes 2 um die linksgeschraffte, gegen die des Einsatzes 1 um die Summe aus links- und rechtsgeschraffter Fläche.

Führt man nun die Rechnung im Sinne der oben im Grundsätzlichen angegebenen Gedanken mit den Zahlen des Beispiels und Einsatz 3 durch, wobei die Ermittlung der den einzelnen Werken zugeordneten Belastungsteile der Einzelbelastungen einer sorgfältigen Behandlung bedarf und zu berücksichtigen ist, daß die Kosten für bestimmte Verluste entsprechend den Kosten der diese Verluste deckenden Kraftwerke ermittelt werden, so erhält man im Mittel für die Bezirkssumme die Durchschnittskosten (bezogen auf 20 kV-SS.):

$$k_{m_2} = 2{,}5 \text{ Rpf/kWh}.$$

Dieser Betrag berücksichtigt: Erzeugungskosten, Leitungskosten des 60 kV-Kuppelleitungssystems [zur Ermittlung der Leitungsverluste s. Gl. (14)] und die Umspannkosten (feste und Verlustkosten). Der örtliche Verbundbetrieb würde also für dieses Beispiel eine Ersparnis von

$$(2{,}92 - 2{,}5) \cdot 345{,}92 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} = 1\,450\,000 \text{ RM/Jahr}$$

gegenüber der Einzelversorgung bringen. — Wenn die Entfernungen und die zu übertragenden Spitzen der Ausgleichsbelastungen so klein sind, daß der Ausbau der Kuppelleitungen auf die Spannung des Bezirksverteilungsnetzes (hier 20 kV) genügt, so ergibt sich eine Verbilligung durch Fortfall der Umspannkosten und durch geringere Anlagekosten der Kuppelleitungen.

Fall 3: Gemischte Fern- und Ortsversorgung

soll hier nicht zahlenmäßig durchgeführt werden, da er als Sonderfall des vorigen und nachfolgenden behandelt werden kann. Zur Ermittlung des für die Aufteilung maßgebenden Schnittpunktes X (Abb. 5) sind auf die Kennlinie des Fernkraftwerkes noch die festen und Verlustkosten aufzustocken. Aus der Darstellung kann dann — gemäß der Verschiebung von X — sofort abgelesen werden, daß mit zunehmender Entfernung, zunehmenden festen Kosten des Fern- bzw. abnehmenden des Ortskraftwerkes (Parallelverschiebung der Kostenkennlinien! bezogene Anlagekosten!) und zunehmenden veränderlichen Kosten des Fern- bzw. abnehmenden des Ortskraftwerkes (Neigung der Kennlinien! Verbrauchszahlen!) dem Ortskraftwerk ein immer größerer Bereich der Belastung wirtschaftlich zukommt — oder umgekehrt. Insbesondere kann verfolgt werden, wie solche Änderungen sich auf die Aufteilung der Belastung auswirken. Auch hier muß zunächst eine „angenäherte" Lösung gesucht werden unter Vernachlässigung der veränderlichen Verlustkosten; denn die zu übertragende Spitze ist ja noch nicht bekannt. Schrittweise Näherung führt auch hier zum Ziel.

Abb. 5. Aufteilung der Belastung auf Orts- und Fernkraftwerk bei Berücksichtigung der Fortleitungskosten (zu Fall 3).

Fall 4: Reiner Fernstrombezug.

(Vgl. Abb. 6; die Leitung C—B wird aus Gründen der Betriebssicherheit gebaut.) Hier sind zu berücksichtigen:

1. Erzeugungskosten,
2. Leitungskosten,
3. Umspannkosten.

Abb. 6. Grundsätzliches Schaltbild für reinen Fernstrombezug (zu Fall 4).

Zu 1 und 3: Erzeugungs- und Umspannkosten sind bereits behandelt.

Zu 2: L e i t u n g s k o s t e n.

Diese setzen sich zusammen aus festen Kosten für die Leitung (Verzinsung, Abschreibung, Bedienung, Instandhaltung):

$$K_{f_l} = p_l\, A_{L_l}, \tag{8}$$

Kosten für feste (spannungsabhängige) und veränderliche (lastabhängige) Verluste.

[13]) Schnittpunkt der Kennlinie von A und B, wobei dieser Wert auch rechnerisch aus

$$h_L = n\,T = \frac{54{,}3 - 46{,}8}{111 - 98{,}1} \cdot 8760 = 5100 \text{ h}$$

erhalten werden kann.

Für die Verluste kann, ausgehend von den bekannten Beziehungen

$$F_{V_l} = L_{V_f}\, T + L_{V_{v_S}}\, \vartheta_s\, T \tag{9}$$

$$L_{V_f} = U^2 C_A\, l, \tag{10}$$

wobei C_A einen Festwert der Ableitungs-(Korona-)Verluste bedeutet $C_A \approx \frac{1}{20 \cdot 10^6}$ km/Ω,

$$L_{V_{v_S}} = 6\, I_S^2\, R_{Ph} \tag{11}$$

für Doppelleitungen

$$S = 2\, I_S\, U \cdot \sqrt{3} \cos \varphi_S \tag{12}$$

für Doppelleitungen

$$R_{Ph} = \frac{r_s\, l}{q} \tag{13}$$

die mit guter Genauigkeit gültige Näherungsgleichung

$$F_{V_l} = U^2 C_A\, l\, T + \frac{S^2}{2\, U^2 \cos^2 \varphi_S}\, \frac{r_s\, l}{q}\, \vartheta_s\, T \tag{14}$$

angesetzt werden, in welcher außer den bereits festgelegten Größen bedeuten:

- l Länge der Leitung in km,
- r_s spezifischer Widerstand des Leiterbaustoffes gleich 0,0176 Ω/m, mm² für Kupfer.

Für das betrachtete Beispiel ist die Kenntnis der Spitze im Werk S_E zur Bestimmung der Ausbauleistung notwendig. Sie wird gewonnen durch Berücksichtigung des Ausgleiches in A_0 und der Spitzenverluste in Umspannern und Leitungen.

Für den Energiefluß $C \to A_0$ soll die Zahlenrechnung durchgeführt werden. Es gilt:

$$S_{C_{A_0}} = S_C + L_{V_S}; \quad L_{V_S} = L_{V_{S_U}} + L_{V_{S_l}}$$

$$F_{C_{A_0}} = F_C + L_{V_f}\, T + L_{V_{v_S}}\, \vartheta_s\, T.$$

Werden die Gleichungen für Umspanner und Leitung miteinander verbunden und die Zahlenwerte eingesetzt, so kann geschrieben werden[14]):

$$S_{C_{A_0}} = 23\,500 + 0{,}014 \cdot 30\,000 + \frac{12\,100 \cdot 60 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6} + \frac{550 \cdot 10^6}{2 \cdot 12\,100 \cdot 0{,}81} \cdot \frac{0{,}0176 \cdot 60}{120} = 24\,379 \text{ kW}$$

Durch entsprechende Rechnung wird gefunden:

$$S_{A_{A_0}} = 41\,450 \text{ kW}; \quad S_{B_{A_0}} = 15\,385 \text{ kW};$$

$$F_{A_{A_0}} = 142{,}7 \cdot 10^6 \text{ kWh}; \quad F_{B_{A_0}} = 71{,}05 \cdot 10^6 \text{ kWh}.$$

Für A_0 gilt dann[15]):

$$S_{A_0} = (S_{A_{A_0}} + S_{B_{A_0}} + S_{C_{A_0}}) \cdot g = 79\,500 \text{ kW}$$

$$F_{A_0} = 354{,}32 \cdot 10^6 \text{ kWh}; \quad m_{A_0} = \frac{354{,}32 \cdot 10^6}{79\,500 \cdot 8760} = 0{,}51.$$

Werden nun noch die Verluste in Leitung und Umspannern $A_0 \to E$ berücksichtigt, so ergeben sich die wichtigsten Belastungsdaten für das Kraftwerk:

$$S_E = 85\,820 \text{ kW}, \quad F_E = 375{,}50 \cdot 10^6 \text{ kWh}, \quad m_E = 0{,}50.$$

Kraftwerk: Mit einem Reservefaktor $r \approx 1{,}3$ ergibt sich die Ausbauleistung

$$L = 85\,820 \cdot (\text{rd. } 1{,}3) \approx 110\,000 = 5 \cdot 22\,000 \text{ kW} \quad (r = 1{,}28).$$

Es handle sich um ein Braunkohlen-Kraftwerk mit besonders billigen Kohlekosten: 0,67 RM/10⁶ kcal; Heizwert $H_U = 1800$ kcal/kg; bezogene Anlagekosten $a_{L_E} = 210$ RM/kW; Gesamtanlagekosten $A_{L_E} = 23\,100\,000$ RM; Leerlauf-Kohlekosten bei Dauerbetrieb aller Maschinen $a_w\, L \times T\, g' \cdot 10^{-2} = 386\,000$ RM. Lastabhängige Kohlekosten bei Dauervollast aller Maschinen $b_w\, L\, T\, g' \cdot 10^{-2} = 1\,835\,000$ RM, wobei:

g' Kohlenpreis in Rpf/kg, $a'_w = 0{,}70$ kWh/kW, Betriebsstd., $b'_w = 3{,}32$ kWh/kWh*[16]) und $a_w = 0{,}70\, \frac{860}{1800} = 0{,}334$ kg/kW, Betriebsstd., $b_w = 3{,}32\, \frac{860}{1800} = 1{,}59$ kg/kWh ist.

Der mittlere Verbrauch beträgt:

$$W_m = \frac{a_w\, f\, r}{m} + b_w = \frac{0{,}334 \cdot 0{,}507 \cdot 1{,}28}{0{,}50} + 1{,}59 = 2{,}024 \text{ kg/kWh}.$$

Der Vollastwirkungsgrad ist

$$\eta_V = \frac{100}{a'_w + b'_w} = 24{,}8\,\%.$$

Der mittlere Wirkungsgrad ist

$$\eta_m = \frac{860 \cdot 100}{2{,}024 \cdot 1800} = 23{,}6\,\%.$$

Das Aufstellen der zwei- und dreigliedrigen Kostengleichung [vgl. Gl. (1) und (2)] ist in Zahlentafel 2 durchgeführt.

Zahlentafel 2. Aufstellen der Kostengleichungen für das Braunkohlekraftwerk.

	Prozent des A_L bei Vollast	×10⁶ RM bei Vollast	bei Dreiteilung davon						bei Zweiteilung davon			
			fest %	bereith. %	prop. %	fest RM	bereith. RM	prop. RM	fest %	veränd. %	fest RM	veränd. RM
Kapitalkosten	12	2,774	100	—	—	2 774 000	—	—	100	—	2 774 000	—
Betriebskosten:												
Unterhaltung und Instandhaltung	2,5	0,578	30	50	20	174 000	289 000	115 000	40	60	231 000	347 000
Hilfsmaterial	1	0,231	20	60	20	46 000	139 000	46 000	30	70	69 300	162 000
Bedienung	2	0,462	60	30	10	278 000	139 000	46 000	70	30	324 000	138 000
Versicherung	0,15	0,035	100	—	—	35 000	—	—	100	—	35 000	—
Verwaltung	0,15	0,035	100	—	—	35 000	—	—	100	—	35 000	—
Kohle							386 000	1 835 000			45 100*)	2 221 000
Summe	—	—	—	—	—	3 342 000	953 000	2 042 200	—	—	3 513 400	2 868 000

*) Die Aufteilung der Bereithaltungskosten in feste und veränderliche Bestandteile geschieht mit Hilfe der Gl. (3) bzw. (4).

$$F_{C_{A_0}} = 136 \cdot 10^6 + \left(0{,}004 \cdot 30\,000 + \frac{12\,100 \cdot 60 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6}\right) \cdot 8760 + \left(0{,}01 \cdot 30\,000 + \frac{550 \cdot 10^6}{2 \cdot 12\,100 \cdot 0{,}81} \cdot \frac{0{,}0176 \cdot 60}{120}\right) \times 0{,}51 \cdot 8760 = 140{,}57 \cdot 10^6 \text{ kWh}.$$

[14]) Wobei $\vartheta_s = 0{,}51$ zu $m_C = 0{,}66$ und $\cos \varphi_S = 0{,}9$; vgl. Fußnote 10.

Die Kostengleichungen lauten somit:

$$K_E = 3\,342\,000 + n \cdot 2\,042\,200 + f \cdot 953\,000 \text{ RM/Jahr} \tag{1aa}$$

$$k_E = \frac{K_E}{n\, L\, T} = \frac{0{,}348}{n} + 0{,}212 + \frac{0{,}0199 \cdot f}{n} \text{ Rpf/kWh} \tag{1bb}$$

[15]) Wobei hier, ohne einen nennenswerten Fehler zu begehen, zur Berücksichtigung des Ausgleiches der oben (vgl. Fußnote 9) errechnete Gleichzeitigkeitsfaktor eingesetzt wird.

*[16]) Wie Fußnote 3.

$$K_E = 3\,513\,400 + n \cdot 2\,868\,000 \text{ RM/Jahr} \qquad (2aa)$$

$$k_E = \frac{K_E}{n\,L\,T} = \frac{0{,}365}{n} + 0{,}298 \text{ Rpf/kWh.} \qquad (2bb)$$

Durch Einsetzen der für die Kraftwerksbelastung gültigen Verhältniszahlen

$$n = \frac{0{,}5}{1{,}28} = 0{,}39;\; f = 0{,}39 + 0{,}117 = 0{,}507$$

werden die Durchschnittskosten einer ab Kraftwerks-SS. abgegebenen kWh:

$$k_E = 1{,}23 \text{ Rpf/kWh}$$

und die Gesamtkosten

$$K_E = 4\,630\,000 \text{ RM/Jahr.}$$

2. Es wird gedanklich eine Trennung in ein „Nutzkraftwerk" und „Verlustkraftwerk" durchgeführt[17]); die am Bezugspunkt herrschenden Belastungsverhältnisse sind dann die Belastungsverhältnisse des „Nutzkraftwerkes"; der Arbeitsverlustfaktor des Bezugspunktes ist der Ausnutzungsfaktor des Verlustkraftwerkes. Die Konstanten der Kostengleichungen beider gedachter Werke sind die des Erzeugerwerkes.

Ein **Beispiel** soll dies erläutern:

Es seien die Kosten einer kWh in A_0—k_{A_0}— zu ermitteln. Hier findet zweckmäßig die zweigliedrige Kostengleichung (Gl. 2 bb) Anwendung.

$$1.\quad k_{A_0} = \frac{\left(\frac{0{,}365 \cdot 1{,}28}{0{,}5} + 0{,}298\right) \cdot 375{,}50 \cdot 10^6 + (110\,000 \cdot 35 + 100 \cdot 21\,000) \cdot 0{,}14 \cdot 100}{354{,}32 \cdot 10^6} = 1{,}53 \text{ Rpf/kWh.}$$

$$2.\quad k_{A_0} = k_E + k_F;\ \text{wobei}\ k_F = \left[A_{L_F}\, p_F + F_{V_f}\left(\frac{a'}{\vartheta_{s_f}} + b'\right) + F_{V_v}\left(\frac{a'}{\vartheta_s} + b'\right)\right] \frac{1}{m_{A_0} S_{A_0} T}$$

$$k_{A_0} = \frac{0{,}365 \cdot 1{,}28}{0{,}51} + 0{,}298 + \frac{83\,300\,000}{354{,}32 \cdot 10^6} + \left(\frac{12\,100 \cdot 100 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6 \cdot 79\,500 \cdot 0{,}51} + \frac{0{,}004 \cdot 110\,000}{79\,500 \cdot 0{,}51}\right) \cdot \left(\frac{0{,}365}{1} + 0{,}298\right)$$

$$+ \left(\frac{0{,}0176 \cdot 100}{2 \cdot 120} \cdot \frac{79\,500}{0{,}51 \cdot 12\,100 \cdot 0{,}81} + \frac{0{,}01 \cdot 110\,000}{79\,500 \cdot 0{,}51}\right) \cdot (0{,}365 + 0{,}298 \cdot 0{,}335) = 1{,}524 \text{ Rpf/kWh.}$$

Zur Ermittlung der durchschnittlichen Kosten einer nutzbar (ab 20 kV-Bezirks-SS.) abgegebenen kWh k_{m_4} sind noch feste Kosten für Umspannwerke und Leitungen sowie die Kosten der Verluste zu berücksichtigen; letztere werden bei dem hier eingeschlagenen Gang der Rechnung zweckmäßig dadurch erfaßt, daß durch die Zahl der nutzbar abgegebenen kWh dividiert wird.

Feste Kosten:

Umspannwerke: $(110\,000 + 50\,000 + 20\,000 + 30\,000) \cdot 35 \cdot 0{,}14 = 1\,030\,000$ RM.

Leitungen: $(100 \cdot 21\,000 + 135 \cdot 17\,000) \cdot 0{,}14 = 616\,000$ RM.

Und damit schließlich:

$$k_{m_4} = \frac{(4\,630\,000 + 1\,030\,000 + 616\,000) \cdot 10^3}{345{,}92 \cdot 10^6} = 1{,}81 \text{ Rpf/kWh.}$$

Dem Ergebnis, daß der Fernstrombezug hier die wirtschaftlichste Lösung darstellt, kommt, wie gesagt, keine allgemein gültige Bedeutung zu; die Grenze seiner Wettbewerbsfähigkeit wird bei sonst gleichen Verhältnissen durch die erreichbaren Kleinstförderkosten der Rohbraunkohle bestimmt.

Mit den abgeleiteten Beziehungen lassen sich nun auch die durchschnittlichen Kosten einer Kilowattstunde an einem beliebigen Punkt (Bezugspunkt) des Versorgungsnetzes errechnen. Der Grundgedanke ist hier, eine jede kWh mit den Kosten der von ihr durchlaufenen Kostenstellen anteilig zu belasten. Zwei Wege führen zum Ziel:

1. Die Gesamtkosten sämtlicher von der betrachteten kWh durchflossenen Kostenstellen werden addiert (wobei die Erzeugungskosten entsprechend den tatsächlichen im Kraftwerk auftretenden Belastungsverhältnissen ermittelt werden) und dann durch die Anzahl der am Bezugspunkt nutzbar abgegebenen kWh dividiert. Diese einfache Rechnung ist nur anwendbar bei ungeteiltem Energiefluß.

Der kleinere Wert für k_{A_0} im zweiten Falle erklärt sich dadurch, daß hier die Kosten für die festen Verluste richtig erfaßt sind, denn es wird für diese, da sie ja über die ganze Zeit[18]) in gleicher Höhe auftreten ($m = 1$), der Arbeitsverlustfaktor $\vartheta_{s_f} = 1$. Der zweite Weg hat den Vorteil, daß er die Kosten der Fortleitung gesondert und richtig zu erfassen gestattet.

Zu einer einwandfreien Kostenbestimmung in den Einzelbezirken, die auf den Kostengesetzen aufbaut, ist das benutzungsdauerabhängige Kostenverteilungsverfahren[19]) heranzuziehen, das auf der Grundlage der Belastungen aufbaut. Auch zur Kostenabrechnung unter den zur Betriebsgemeinschaft zusammengeschlossenen Werken liefert es einen einwandfreien und gerechten Schlüssel.

Zusammenfassung.

Die vier Grundfälle wurden aufgezeigt und gegenübergestellt. Der kostenmäßige Vergleich wurde an einem Zahlenbeispiel durchgeführt. Die Kostengleichung kennzeichnet die wirtschaftlichen Eigentümlichkeiten des Kraftwerkes. Zu ihrer Aufstellung für Vorrechnungen ist die Kenntnis des Anlagekapitals, der Verbrauchszahlen und prozentualer Erfahrungswerte wichtig. Der Arbeitsverlustfaktor vereinfacht die Bestimmung der Verluste in Umspannern und Leitungen, die kostenmäßig mit der Kostengleichung erfaßt werden. Die Verhältnisse beim Einsatz mehrerer Werke werden durch zeichnerische Darstellung der abgewandelten Kostengleichung in Verbindung mit der Jahresdauerlinie anschaulich übersehen. Die Einbeziehung von Fernleitungen in diese Darstellung ist möglich. Die Ermittlung der maßgebenden Vergleichskenngröße — der durchschnittlichen Kosten einer kWh in der Bezirkssumme — ist mit diesem Rüstzeug einfach und genau.

[17]) zur Megede, ETZ 52 (1931) S. 1017.
[18]) Wie Fußnote 6.
[19]) Schneider, ETZ 53 (1932) S. 5, 33, 174, vergl. auch Fußnote 3. Junge, Diss. T. H. Darmstadt 1936. Junge-Schnaus, Betr.-Wirtsch. (1934) S. 262, 296. Rennwagen, ETZ 56 (1935) S. 773.

Über die Messung des Scheitelwertes technischer Wechselspannungen mittels der Kugelfunkenstrecke.

Von E. Hueter VDE, Darmstadt.

621. 317. 732. 025 : 621. 317. 728

Übersicht. Über eingehende Messungen wird berichtet, durch die möglichst genaue Eichdaten für die Kugelfunkenstrecke ermittelt werden sollten. Hierbei wurde gleichzeitig untersucht, inwieweit verschiedene äußere Einflüsse (Schaftdurchmesser, U.-V.-Bestrahlung usw.) eine Rolle spielen. Besondere Beachtung wurde der Frage der sog. Knickstelle nach Toepler gewidmet.

Die Kugelfunkenstrecke findet seit vielen Jahrzehnten in weitem Umfange Anwendung zur Messung hoher Spannungen. Die entsprechenden Eichwerte sind vom VDE in den „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft“ festgelegt worden. Hierdurch wurde Einheitlichkeit für die Ergebnisse verschiedener Arbeitsstätten gesichert, aber es stellte sich im Laufe der Zeit heraus, daß insbesondere die Werte für größere Kugeldurchmesser merkliche Ungenauigkeiten aufweisen müssen; denn es ergab sich unter anderem, daß ein und dieselbe Spannung, mit verschieden großen Kugeln gemessen, auf verschiedene Meßergebnisse führte[1]).

Der vorliegenden Arbeit lag daher die Aufgabe zugrunde, durch sorgfältige Messungen genauere Eichdaten zu ermitteln, in der Absicht, aus der überall eingeführten Kugelfunkenstrecke ein, wenn möglich, genaueres Meßgerät zu machen, als sie es bisher war.

Versuchsanordnung.

Zur Erzeugung der benötigten Spannungen dienten zwei Prüftransformatoren für je 500 kV. Sie wurden gespeist von einem Generator von 450 kVA; die Spannungsregelung erfolgte durch Widerstände im Erregerkreis der zugehörigen Erregermaschine. Um möglichst konstante Spannung und konstante Frequenz zu sichern, erfolgte der Antrieb mit Gleichstrom, der von einem Einankerumformer geliefert wurde. Letzterer war über Drosselspulen (und Transformator) an das Drehstromnetz (6 kV) angeschlossen, so daß Spannungsschwankungen im Netz die Höhe der Gleichspannung nur wenig beeinflußten; nur etwaige Frequenzänderungen konnten sich als Schwankungen der Gleichspannung und damit der Drehzahl und Spannung des Generators auswirken. Für die Messungen bei symmetrischer Anordnung wurden beide Transformatoren benutzt, bei einseitiger Erdung nur einer.

Von grundlegender Wichtigkeit für den vorliegenden Zweck ist eine möglichst genaue Messung der Spannung auf der Oberspannungsseite des verwendeten Prüftransformators, und zwar ihres Scheitelwertes. Von der Errechnung mittels des Übersetzungsverhältnisses wurde, obwohl die benutzten Transformatoren nur sehr geringe Streuung aufweisen und mit einer besonderen Meßwicklung ausgerüstet sind, grundsätzlich abgesehen.

Für diese Messungen wurden alle mit den zur Verfügung stehenden Mitteln durchführbaren Verfahren angewendet, und zwar wurde einmal unmittelbar der Scheitelwert der Oberspannung, dann auch der effektive Wert der Spannung und der Scheitelfaktor bestimmt. Zur Scheitelwertmessung diente als erstes (mit einigen kleinen Abänderungen) das Verfahren von Chubb und Fortescue[2]). Es beruht darauf, daß der lineare Mittelwert des Ladestromes eines Kondensators, vom positiven bis zum negativen Spannungsmaximum gerechnet, dem Scheitelwert der Spannung proportional ist. Als Kondensator wurde ein Normal-Preßgaskondensator[3]) für 500 kV mit einer Kapazität von $50{,}25 \cdot 10^{-12}$ F verwendet. Sein Ladestrom wurde durch einen synchron umlaufenden Kommutator gleichgerichtet und mit einem Drehspulgerät gemessen.

Als weiteres Meßverfahren kam die Methode von Sharp und Craighead[4]) zur Anwendung: ein Kondensator wird über ein Ventil an die zu messende Spannung gelegt; er lädt sich dann auf den Scheitelwert auf, und dieser kann durch ein statisches Gerät unmittelbar gemessen werden. Im vorliegenden Falle war die Spannung so hoch, daß eine unmittelbare Messung auf diesem Wege undurchführbar war; es wurde daher aus dem bereits erwähnten Preßgas-Normalkondensator und einem Niederspannungs-Präzisionskondensator großer Kapazität ein Spannungsteiler gebildet und die Teilspannung nach dem genannten Verfahren gemessen. Der statische Spannungsmesser wurde wiederholt nachgeeicht.

Abb. 1. Beispiel der Spannungskurve auf der Oberspannungsseite, Scheitelfaktor 1,402.

Endlich wurde das Verfahren von Palm[5]) angewendet, das mittels einer Glimmröhre die Scheitelspannung zu messen gestattet, wiederum unter Verwendung des oben erwähnten Spannungsteilers.

Der effektive Wert der Oberspannung konnte einmal mit der Funkenstrecke selbst, die mit einer entsprechenden Zugkraftmeßeinrichtung ausgerüstet war[6]), und ferner mit dem oben mehrfach erwähnten kapazitiven Spannungsteiler gemessen werden, wenn man parallel zum Niederspannungskondensator ein statisches Voltmeter legte. Zum Vergleich mit den Scheitelwertmessungen mußte noch der Scheitelfaktor bestimmt werden. Dazu wurde nach dem Verfahren von Schimpf[7]) die Oberspannungskurve punktweise aufgenommen, wiederum unter Benutzung des Hochspannungs-Normalkondensators und des synchron angetriebenen Kommutators. Das Verfahren beruht darauf, daß man, wenn bei der Anordnung nach Chubb nicht beim Scheitelwert der Spannung, sondern zu einem anderen Zeitpunkt die Kommutierung vorgenommen wird, einen Gleichstrom bekommt, der dem entsprechenden Augenblickswert der Wechselspannung proportional ist. Aus der gewonnenen Kurve konnten einerseits der Scheitelwert abgelesen, anderseits durch Ausplanimetrieren mit dem Effektivwert-Planimeter[8]) nach Adler und Walther der effektive Spannungswert und damit der Scheitelfaktor ermittelt werden. Letzterer änderte sich zwischen 1,385 und 1,451 je nach den Versuchsbedingungen, der Sättigung des Transformatoreisens usw. Ein Beispiel der Spannungskurve zeigt Abb. 1.

Die Meßeinrichtungen waren in einem geerdeten Käfig untergebracht, alle Zuleitungen waren elektrostatisch gut abgeschirmt. Bei Benutzung von zwei Transformatoren (symmetrische Spannung gegen Erde) wurde die Ober-

---

1) Harald Müller, ETZ 56 (1935) S. 1379. Dort auch weiteres Schrifttum.
2) J. Amer. Inst. electr. Engr. 32 (1913) S. 629.
3) Der Kapazitätsbetrag ist durch Vergleich mit einem absoluten Kondensator ermittelt.
4) Gen. electr. Rev. 22 (1919) S. 104. — Electr. Wld., N. Y., 69 (1917) S. 556.
5) Z. techn. Physik 4 (1923) S. 233.
6) ETZ 55 (1934) S. 833.
7) R. Schimpf, Diss. T. H. Darmstadt 1923.
8) H. Adler, ETZ 52 (1931) S. 1387.

spannung jedes der beiden Transformatoren für sich bestimmt, um die Symmetrie zu überwachen. Merkliche Unterschiede wurden allerdings nicht beobachtet. Um zu verhüten, daß die Änderung der Blindlast durch Zu- und Abschalten des Normalkondensators die Spannung beeinflußte, wurde stets an seine Stelle eine Ersatzkapazität gelegt. Die Kapazitäten der geschirmten Ableitungen usw. wurden gemessen und, soweit nicht vernachlässigbar, bei der Bestimmung des Meßergebnisses berücksichtigt.

Meßgenauigkeit.

Bei idealer Genauigkeit der Messungen hätten alle verwendeten Verfahren übereinstimmende Ergebnisse liefern müssen. Das war in Wirklichkeit natürlich nicht der Fall.

Gegenüber dem Verfahren nach Chubb (Messung der Scheitelspannung durch den gleichgerichteten Ladestrom) ergab das Verfahren nach Craighead (Aufladung eines Kondensators auf Scheitelspannung) etwas höhere Werte, und zwar im Durchschnitt um rd. 0,6 %. Dieser Unterschied ist leicht erklärlich: Erstens einmal bedingt der „Anlaufstrom“ des bei letzterem Verfahren als Gleichrichter verwendeten Elektronenrohres[9]), die Erscheinung, daß die Elektronen aus der Glühkathode nicht mit der Geschwindigkeit Null, sondern mit z. T. erheblich höheren Geschwindigkeiten austreten, eine kleine Überladung des Meßkondensators, und ferner ist zu bedenken, daß dieses Scheitelwert-Meßverfahren dazu neigt, bei nicht absolut konstanter Wechselspannung den Höchstwert anzugeben, während das Verfahren nach Chubb den Mittelwert angibt.

Abb. 2. Funkenstrecke mit Prüftransformatoren, 2 × 500 kV, Kugeldurchmesser 100 cm.

Umgekehrt ergab die Messung nach Palm (Glimmröhre) stets etwas niedrigere Werte (durchschnittlich rd. 0,8 %) als die Messung nach Chubb. Auch das ist erklärlich:

Bei dem Glimmröhrenverfahren wird entweder die Spannung langsam gesteigert oder der Niederspannungskondensator verändert, bis sichtbares Leuchten auftritt. Der Glimmeinsatz ist je nach den Beleuchtungsverhältnissen und bei Ermüdung des Auges (oder des Ohres bei Beobachtung mit dem Kopffernhörer) durch längere Versuchsreihen nicht immer ganz leicht festzustellen. Die Folge wird stets sein, daß man die Spannung etwas zu hoch oder die Kapazität etwas zu klein einstellt; jedenfalls ergibt sich immer, daß die Spannung um ein Geringes zu niedrig gemessen wird.

Der Vergleich der Scheitelwertmessungen (Verfahren nach Chubb) mit den Bestimmungen des Effektivwertes und des Scheitelfaktors ergab, daß die mittlere Differenz rd. 0,02 %, die höchste Abweichung in einem Einzelfalle 0,6 % betrug.

Nach alledem darf wohl gesagt werden, daß die Spannungsmessung den im vorliegenden Falle zu stellenden Anforderungen genügt. Den unten angegebenen Eichdaten wurden die nach Chubb ermittelten Werte zugrunde gelegt, da sie ungefähr den Mittelwert aus allen Messungen darstellen und da sie wohl am wenigsten mit Beobachtungsfehlern behaftet sein dürften. Alles in allem wird es erlaubt sein, den wahren Fehler in der Spannungsmessung auf erheblich weniger als 1 % zu schätzen. Abb. 2 zeigt die Meßfunkenstrecke mit 100 cm-Kugeln vor den beiden Prüftransformatoren zu je 500 kV.

Untersuchte Funkenstrecken.

Bei den Versuchen wurden Kugeldurchmesser von 10, 25, 50 und 100 cm verwandt. Sie entsprachen bis auf die größte den VDE-Regeln. Allerdings muß hier auf einen Widerspruch aufmerksam gemacht werden: die Regeln besagen einerseits, daß die Schaftlänge mindestens gleich dem Kugeldurchmesser sein soll, während anderseits die Zuleitungen sich der Funkenstrecke bis auf höchstens fünffachen Kugeldurchmesser nähern dürfen. Da die Zuleitungen an den Schaftenden angeklemmt werden müssen, würde letzteres Schaftlängen vom Fünffachen des Kugeldurchmessers verlangen. Bei der 25 cm-Funkenstrecke waren entgegen den Regeln die Schäfte an der Eintrittsstelle in die Kugeln verdickt. Versuche (siehe unten) zeigten, daß dies, wie zu erwarten, nichts ausmacht. Die Anordnung mit 100 cm-Kugeln konnte wegen Raummangels nicht mehr den VDE-Regeln angepaßt werden. Die Kugelschäfte waren zwar, über die Regeln hinausgehend, 110 cm lang; jedoch näherten sich unter Spannung stehende Störkörper bis auf 3,2fachen, geerdete Körper bis auf 3,8fachen Kugeldurchmesser.

Bevor Messungen angestellt wurden, wurden die blank polierten Kugeln zunächst mit etwa 300 Überschlägen eingebrannt. Nach einer Versuchspause wurde etwa eingetretene Verstaubung mit einem sauberen Waschleder entfernt, außerdem wurden vor einer Meßreihe etwa doch noch verbliebene Staubreste durch 20 weitere Überschläge unschädlich gemacht. Jeder einzelne Meßpunkt stellt den Mittelwert aus fünf Einzelwerten dar. Als Zuleitungen dienten 1 mm starke blanke Drähte. Zwischen den einzelnen Überschlägen wurden Pausen von mindestens einer Minute gemacht. Ebenso wurden die Vorschriften betr. Geschwindigkeit der Spannungssteigerung eingehalten. Sämtliche unten angegebenen Werte sind auf 20 ° und 760 Torr umgerechnet; ein Einfluß der Luftfeuchtigkeit konnte nicht festgestellt werden. Angegeben sind stets Scheitelwerte.

Eichkurven.

Die aufgenommenen Werte zeigen die Abb. 3 bis 10. In dem durch punktierte Kurven gekennzeichneten Bereich traten Stielbüschel im Meßkreis auf; diese Werte sind also nicht zuverlässig. Als Ergebnis ist festzustellen, daß tatsächlich bei den kleineren Kugeldurchmessern die Toeplersche Knickstelle[10]) ziemlich deutlich hervortritt. Abb. 11 zeigt eine Zusammenstellung sämtlicher Werte, die dieses Ergebnis bestätigt. Noch deutlicher wird die Knickstelle, wenn man die Schlagweitendifferenz für verschiedene

[9]) Barkhausen, Heinrich: Elektronen-Röhren, I. Band, S. 33. 4. Auflage, Leipzig: S. Hirzel 1931.

[10]) Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219.

Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 9.

Abb. 8.

Abb. 10.

Abb. 3. 10 cm-Kugelfunkenstrecke, eine Kugel geerdet. Relative Feuchtigkeit 91 %.

Abb. 4. 10 cm-Kugelfunkenstrecke, symmetrische Spannungsverteilung. Relative Feuchtigkeit 72 %.

Abb. 5. 25 cm-Kugelfunkenstrecke, eine Kugel geerdet. Relative Feuchtigkeit 82 %.

Abb. 6. 25 cm-Kugelfunkenstrecke, symmetrische Spannungsverteilung. Relative Feuchtigkeit 76 %.

Abb. 7. 50 cm-Kugelfunkenstrecke, eine Kugel geerdet. Relative Feuchtigkeit 78 %.

Abb. 8. 50 cm-Kugelfunkenstrecke, symmetrische Spannungsverteilung. Relative Feuchtigkeit 85 %.

Abb. 9. 100 cm-Kugelfunkenstrecke, eine Kugel geerdet. Relative Feuchtigkeit 75 %.

Abb. 10. 100 cm-Kugelfunkenstrecke, symmetrische Spannungsverteilung. Relative Feuchtigkeit 76 %.

Kugeldurchmesser bildet; Abb. 12 zeigt die entsprechende Kurve.

Um der Vermutung nachzugehen, ob der Durchschlagsvorgang oberhalb und unterhalb der Knickstelle verschieden ist, wurden Streuungsmessungen angestellt, indem je 20 Meßwerte für einen Punkt aufgenommen und die größte prozentuale Abweichung aufgetragen wurde. Die Abb. 13 bis 15 zeigen das Ergebnis. Es ist eine deutliche Zunahme der Streuung in der Gegend der Knickstelle zu bemerken, besonders bei kleineren Kugeldurchmessern, was die Vermutung, daß es sich an der Knickstelle um ein Übergangsgebiet handelt, stützt. Anderseits ist festzustellen, daß die Streuung in diesem Gebiete immerhin in Grenzen bleibt, die für die technische Anwendung des Meßverfahrens zulässig sein dürften.

Abb. 11. Zusammenstellung sämtlicher Eichkurven.

Was die Polaritätsfrage bei einseitig geerdeter Anordnung angeht, so konnte, wie Abb. 16 zeigt, keine deutliche Bevorzugung einer bestimmten Polarität festgestellt werden.

Abb. 12. Schlagweite der 100 cm-Funkenstrecke als Funktion der Schlagweitendifferenz zwischen 25 cm- und 100 cm-Funkenstrecke. Schlagweiten praktisch gleich bis zur Knickstelle, in diesem Bereich auch Spannungsverteilung gegen Erde praktisch gegenstandslos.

Einfluß der Kugelschäfte.

Nach den Regeln sollen die Kugelschäfte nicht dicker als 10 % des Kugeldurchmessers sein und ohne Verstärkung in die Kugel eintreten. Nun ist aber sicher die Feldstärke an dieser Stelle sehr niedrig, so daß man vermuten kann, daß diese Vorschrift unnötig ist. Zur Kontrolle wurden die Schäfte der 25 cm-Funkenstrecke durch konzentrisch übergeschobene Rohre bis auf 16,2 cm Dmr. gebracht; die Änderung der Durchschlagsspannung gegenüber der Anordnung mit vorschriftsmäßigen Schäften betrug im Mittel 0,5 %. Sicher kann gesagt werden, daß Schäfte von 30 % des Kugeldurchmessers zulässig sind, ohne daß ein im Rahmen der mit der Funkenstrecke überhaupt erreichbaren Genauigkeit merklicher Meßfehler auftritt. Sonstige Änderungen in der räumlichen Anordnung hatten, solange die VDE-Regeln eingehalten wurden, keinen merklichen Einfluß.

Der Käfig nach Toepler.

Versuchsweise wurde an der 10 cm-Funkenstrecke ein Käfig eingebaut (Abb. 17). Es ergab sich die Eichkurve nach Abb. 18. Um festzustellen, ob der Käfig äußere Felder wirklich voll abschirmt, wurde (in absichtlicher Übertreibung) konzentrisch zum Käfig ein aus Drahtnetz von ungefähr 1 cm² Maschengröße hergestellter Zylinder von 75 cm Dmr. angebracht und an die nicht mit dem Käfig verbundene Elektrode angeschlossen (Abb. 17). Wie die Kurve (Abb. 18) zeigt, wird die Durchschlagsspannung bis zu 5 % heraufgesetzt. Es dürfte sich also empfehlen, bei etwaiger Einführung des Käfigs den Sprossenabstand zu verkleinern.

Abb. 13. Prozentuale Streuung einer 25 cm-Funkenstrecke in Abhängigkeit vom Abstand. Streuungserhöhung an der Knickstelle.

Abb. 14. Prozentuale Streuung einer 50 cm-Funkenstrecke in Abhängigkeit vom Abstand. Streuungserhöhung an der Knickstelle.

Abb. 15. Prozentuale Streuung einer 100 cm-Funkenstrecke in Abhängigkeit vom Abstand. Streuungserhöhung an der Knickstelle, jedoch wenig ausgeprägt, da Kugeldurchmesser groß.

Abb. 16. Hundertsatz der Überschläge bei nicht geerdeter negativer Kugel. Kein eindeutiges Ergebnis.

Der Einfluß einer Bestrahlung der Funkenstrecke.

Mit kurzzeitigen Spannungsstößen (Stirndauer größenordnungsmäßig 0,1 µs) wurden Anordnungen mit Kugeln von 4, 5 und 10 cm Dmr. untersucht. Als UV-Strahler dienten verschiedene Quecksilberdampf-Quarzlampen. In keinem Falle konnte ein Einfluß der Bestrahlung festgestellt werden. War ein Einfluß der Lampe zu bemerken, so stellte sich stets heraus, daß er unabhängig davon war, ob diese brannte oder nicht; es konnte sich also nur um kapazitive Einflüsse des Lampenkörpers handeln. Ob diesem Ergebnis Allgemeinbedeutung zukommt oder ob es auf örtliche Besonderheiten zurückzuführen ist, etwa darauf, daß der Prüfraum nicht unterkellert ist und zwei in den gewachsenen Boden hineinreichende Gruben enthält, so daß die stark ionisierte Bodenluft reichlich Zutritt hat, muß dahingestellt bleiben.

Schlußbemerkung.

Die vorgenommenen Untersuchungen bestätigen, daß die in den VDE-Regeln angegebenen, gerechneten Werte Ungenauigkeiten bis zu etwa 8 % enthalten. Es dürfte sich daher auf die Dauer empfehlen, verbesserte Werte einzusetzen, selbstverständlich erst dann, wenn eine größere

Zahl von Meßreihen, von voneinander unabhängigen Beobachtern durchgeführt, mit genügender Annäherung übereinstimmende Ergebnisse geliefert hat. Der Deutsche Ausschuß für Spannungsmessungen hat in seinem „Versuchsplan", der während der Durchführung der beschriebenen Messungen erschien, bereits entsprechende Anregungen gegeben und Vorschläge für die durchzuführenden Untersuchungen gemacht; sie sind, soweit möglich, berücksichtigt worden. Auch die IEC hat sich mit diesen Fragen beschäftigt, entsprechende Messungen sind in Amerika durchgeführt worden[11]). Nach Ansicht des Verfassers wäre es zweckmäßig, nur Tabellen oder Kurven, nicht aber Näherungsformeln anzugeben. Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen ist tatsächlich die Toeplersche Knickstelle bei kleineren Kugeln recht ausgeprägt, so daß für die Wiedergabe durch eine Formel nur das Gebiet kleinster Schlagweiten in Frage käme. Gerade dieses Gebiet hat aber für die Praxis weniger Bedeutung, denn wenn man sich auf diesen Bereich beschränken wollte, so käme man auf wirtschaftlich bei höheren Spannungen kaum verwirklichbare Kugeldurchmesser. Ferner wäre es vielleicht besser, nur Scheitelwerte anzugeben und nicht „effektive Werte bei Sinusform"; denn eine solche Angabe verführt immer wieder zu der Unterstellung, daß eine Sinuskurve oder wenigstens eine solche mit einem Scheitelfaktor von 1,414 vorliege, was praktisch nur in den seltensten Fällen zutreffen dürfte.

Abb. 17a.

Abb. 17b.

Abb. 17a und b. Käfiganordnung nach Toepler.

[11]) ETZ 56 (1935) S. 1164 und 1243.

Zum Schlusse sei den Firmen (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Hartmann & Braun AG. und Siemens-Schuckertwerke AG.), deren großzügiges Entgegenkommen die Durchführung der Messungen ermöglichte, und den Herren Dipl.-Ing. Nolte, Brambach und Schäfer, die die zeitraubenden Messungen ausgeführt haben, bestens gedankt.

Abb. 18. Eichkurven einer 10 cm-Funkenstrecke, ohne Käfig, mit Käfig und mit Käfig und sehr starkem Fremdfeldeinfluß.

Zusammenfassung.

Durch Messungen, über die hier berichtet wird, sollten verbesserte Eichdaten für die Kugelfunkenstrecke ermittelt werden. Es zeigt sich, daß die gemessenen Werte von den durch die VDE-Regeln festgelegten z. T. nicht unerheblich abweichen. Ferner unterstützen die Ergebnisse die Vermutungen Toeplers, daß eine ausgeprägte Knickstelle bei kleineren Kugeldurchmessern vorhanden ist.

Das Auftreten von Ratterschwingungen in der Elektrotechnik.

Von Prof. Dr.-Ing. **Th. Buchhold VDE**, Darmstadt.

621. 3 : 534. 1

Übersicht. Bei den Wechselstromtriebwagen wurden gelegentlich bei der Anfahrt durch den Wechselstrom erregte Ratterschwingungen festgestellt. Die nähere Behandlung dieser Schwingungen ergab, daß es sich um Schwingungen handelt, die auch an anderen Stellen der Elektrotechnik, z. B. bei Wechselstrommagneten, auftreten. Es werden deshalb in diesem Aufsatz das Auftreten und die Eigenschaften dieser Schwingungen näher untersucht.

Bei elektrischen, von Wechselstrom durchflossenen Maschinen und Apparaten beobachtet man gelegentlich mechanische Schwingungen, die sich durch schnarrende und ratternde Geräusche bemerkbar machen und durch magnetische bzw. elektrodynamische Kräfte erzeugt sind. Diese Schwingungen, die technisch sehr lästig sind, haben merkwürdige und vollkommen andere Eigenschaften als die harmonischen Schwingungen. Ein Beispiel solcher Schwingungen ist folgendes: Speist man einen Elektromagneten nach Abb. 1a mit Wechselstrom, so wird der Magnet seinen unteren beweglichen Anker zwar anziehen, jedoch dabei kräftige Schwingungen mit einem lauten schnarrenden Geräusch ausführen. Man muß deshalb, um solche Wechselstrommagnete schwingungsfrei oder, wie man auch sagt, brummfrei zu erhalten, noch besondere später zu erörternde Mittel anwenden.

Abb. 1a. Wechselstrommagnet.

Abb. 1b. Wechselstrommagnet, idealisiert.

Zunächst sei der zeitliche Verlauf der vom Magneten erzeugten magnetischen Kraft untersucht. Es sei angenommen, der Spule sei eine sinusförmige Spannung aufgedrückt, so daß auch der Fluß Φ (Abb. 2) praktisch sinusförmig verläuft. Die je cm² Polfläche wirksame magnetische Kraft ist nun proportional dem Quadrat der Kraftliniendichte oder, da diese proportional dem Kraftlinienfluß Φ ist,

proportional Φ^2. Bilden wir diese Quadratkurve, so ergibt sich die in der Abb. 2 dargestellte Zugkraft $P_1 = f(t)$. Die auf der linken Polfläche mit dem kleineren Hebelarm angreifende Kraft sei auf die rechte Polfläche reduziert und in P_1 enthalten. Man kann P_1 zerlegen in eine konstante Kraft P_0 und in eine darübergelagerte sinusförmige schwankende Kraft vom Betrage $P_0 \sin \omega t$. Dabei ist die Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$ doppelt so groß wie die Kreisfrequenz ν des Wechselstromes und des Flusses. Es ist also

$$\omega = 2\nu. \tag{1}$$

D. h. also, daß bei 50periodigem Wechselstrom die Frequenz der Kraft gleich 100 ist oder, falls wir die Bahnfrequenz 16⅔ zugrunde legen, die Kraft 33,3mal je Sekunde schwankt. Die Zugkraft $P_1 = P_0 + P_0 \sin \omega t$ des Magneten nach Abb. 1 a hat jedoch im allgemeinen eine konstante Kraft P_2 zu überwinden. Die resultierende Kraft P, welche also auf den unteren drehbaren Anker ausgeübt wird, ist

$$P = P_0 - P_2 + P_0 \sin \omega t. \tag{2}$$

Setzt man zur Abkürzung

$$P_0 - P_2 = P', \tag{3}$$

so ergibt sich

$$P = P' + P_0 \sin \omega t. \tag{4}$$

Die Abb. 3 zeigt den Verlauf der resultierenden Kraft P, wobei — da hier $P' < P_0$ ist — die Kraft P in das negative Gebiet hineinreicht.

Abb. 2. Magnetische Zugkraft und Kraftlinienfluß in Abhängigkeit der Zeit.

Abb. 3. Resultierende Kraft am Magnetanker in Abhängigkeit der Zeit.

Wir werden feststellen, daß die schwingungserregenden Kräfte bei unseren Beispielen stets dargestellt werden können durch

$$P = P' + P_0 \sin \omega t, \tag{4}$$

wobei P' kleiner als P_0, gleich P_0 oder größer als P_0 sein kann.

Durch den veränderlichen Bestandteil $P_0 \sin \omega t$ werden, wie wir später sehen, Ratterschwingungen erzeugt, und zwar handelt es sich, sofern wir den Magneten zugrunde legen wollen, um Schwingungen, bei denen der untere bewegliche Magnetanker abklappt und dann auf den feststehenden Teil wieder aufprallt; da diese Vorgänge periodisch erfolgen, entsteht ein ratterndes Geräusch.

Im allgemeinen ist bei mechanischen Schwingungen außer der schwingenden Masse eine Federung notwendig, die beim Magneten zunächst nicht vorhanden zu sein scheint. Man muß jedoch bedenken, daß die geblechten Eisenkörper der Magnete nicht starr, sondern etwas elastisch sind. Man hat hier also eine sehr harte Federung vor sich, die auf keinen Fall vernachlässigt werden darf, sondern deren Vorhandensein, wie wir später sehen werden, von größter Bedeutung ist. Wir können uns also den Magneten durch das Ersatzschaltbild nach Abb. 1 b ersetzt denken. Dabei stellen wir uns Ober- und Unterteil als starr vor und denken uns mit dem Unterteil eine harte Feder verbunden.

Ratterschwingungen treten in der Elektrotechnik ferner bei elektrischen 16⅔periodigen Wechselstrom-Triebwagen[1]) bei der Anfahrt auf, sofern die dort vorhandenen Tatzenmotoren über ungefederte Zahnräder mit Zahnspiel die Triebachsen antreiben. Die hier verwendeten Einphasen-Reihenschlußmotoren besitzen ein Drehmoment, das genau gleichen Verlauf hat wie die Kraft P_1 der Abb. 2. Man kann ferner z. B. bei Einphasenmotoren Ratterschwingungen feststellen, sofern dieselben Unsymmetrien besitzen, z. B. der Luftspalt an den einzelnen Polen nicht genau gleiche magnetische Leitfähigkeit hat und etwas Lagerluft vorhanden ist. Die Zahl der Beispiele könnte noch weiter vermehrt werden. Kennzeichnend ist in jedem Falle das Vorhandensein von Masse und Federung, wobei jedoch die Verbindung zwischen der Federung und der Auflage bzw. dem angetriebenen Teil keine feste sondern eine lose ist. Man kann also für sämtliche bis jetzt beschriebenen Anordnungen ein Ersatzbild aufstellen, welches durch Abb. 4 a dargestellt ist. Die zunächst ge-

Abb. 4 a. Schwingungsmodell, unbelastet.

Abb. 4 b. Schwingungsmodell, belastet durch die konstante Kraft P'.

Abb. 4 c. Schwingungsmodell beim Ausschlag x.

wichtlos gedachte Masse sei dabei m und die Federkonstante c, wobei die Feder sich lose auf eine Unterlage abstützt. Die schwingungserregende Kraft sei dabei

$$P = P' + P_0 \sin \omega t.$$

Unter dem Einfluß der Kraft P' wird die Feder eine Zusammendrückung

$$x_0 = \frac{P'}{c} \tag{5}$$

erfahren (Abb. 4 b). Um diese neue Ruhelage werden unter dem Einfluß der Kraft $P_0 \sin \omega t$ Schwingungen stattfinden, wobei der augenblickliche Ausschlag mit x bezeichnet sei (Abb. 4 c). Ist der Schwingungsausschlag x wie in Abb. 4 c nach unten gerichtet, so wird die Federspannung erhöht, und die Feder preßt sich fest auf ihre Unterlage. Ist der Schwingungsausschlag nach oben gerichtet, dann kann, wenn er größer als die Vorspannung $x_0 = P'/c$ wird, die Feder sich von der Unterlage abheben. Die Schwingungen, mit denen wir es jetzt zu tun haben, sind dann keine harmonischen Schwingungen mehr, sondern solche, die wir mit Ratterschwingungen bezeichnen wollen.

Es sei zunächst festgestellt, unter welchen Voraussetzungen diese Ratterschwingungen auftreten müssen. Anschließend werden dann die Eigenschaften dieser Ratterschwingungen untersucht. Stellen wir an Hand der Abb. 4 c die Bewegungsgleichung für den Schwingungsvorgang dar, der um die Ruhelage x_0 stattfindet, so gilt die Differentialgleichung

$$P_0 \sin \omega t = m \frac{d^2 x}{d t^2} + c x. \tag{6}$$

Eine Lösung dieser Differentialgleichung ist

$$x = A \sin \omega t. \tag{7}$$

Durch Einsetzen findet man für A die Beziehung

$$A = \frac{P_0}{c - m\omega^2} = \frac{\frac{P_0}{c}}{1 - \frac{\omega^2}{\frac{c}{m}}} = \frac{\frac{P_0}{c}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} = \frac{\frac{P_0}{c}}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}. \tag{8}$$

Dabei ist

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \quad \text{oder} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{c}{m}}. \tag{9}$$

f_0 ist die Eigenfrequenz unseres Schwingungssystems, sofern wir uns die Feder fest mit der Unterlage verbunden

[1]) Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 327.

denken. f ist die Frequenz der erregenden Kraft P_0 und doppelt so hoch wie die Frequenz des Wechselstromes.

Die Größe des Schwingungsausschlages A (aufgetragen als Vielfaches von P_0/c) ist in Abb. 5 in Abhängigkeit von f/f_0 aufgetragen. Die Kurve des Schwingungsausschlages A wird bei $f/f_0 = 1$ unendlich groß. Für $f/f_0 > 1$ wird nach Gl. (8) der Schwingungsausschlag negativ. Da uns jedoch nur die absoluten Werte interessieren, ist er positiv aufgetragen.

Abb. 5. Schwingungsdiagramm. Amplitude A in Funktion von f/f_0.

Wollen wir erreichen, daß sich die Feder c von der Unterlage nicht abhebt, dann muß die durch die konstante Kraft P' hervorgerufene Zusammendrückung $x_0 = P'/c$ größer als der Schwingungsausschlag A sein. Ziehen wir in Abb. 5 eine waagerechte A_1B_1 in einem Abstand P'/c, so ergibt sich, daß für jeden Wert f/f_0 im Bereiche A_1B_1 der Schwingungsausschlag A größer als die Zusammendrückung $x_0 = P'/c$ durch die Kraft P' ist, d. h. in diesem ganzen Bereich wird die Feder abgehoben. Es sind also keine harmonischen Schwingungen mehr vorhanden, sondern es entstehen Ratterschwingungen.

Ist die konstante Kraft gerade gleich P_0, dann hat die charakteristische Gerade die Lage A_2B_2. Auch hier finden im ganzen Bereiche A_2B_2 Ratterschwingungen statt. Erst für ein f/f_0 rechts vom Punkte B_2 können die Schwingungen harmonisch bleiben. Wird die Vorspannung P' wesentlich vergrößert, so daß wir beispielsweise die charakteristische Gerade A_3B_3 erhalten, dann ist im Frequenzbereich bis A_3' die durch die konstante Kraft P' hervorgerufene Vorspannung P'/c größer als der Schwingungsausschlag A. Man hat also ungefährliche harmonische Schwingungen, während in dem Bereiche $A_3'B_3$ wieder Ratterschwingungen auftreten, und erst rechts von B_3 ist wieder der Bereich der harmonischen Schwingungen vorhanden. Man kann also sagen, daß der Bereich der charakteristischen Geraden, welcher unterhalb der schraffierten Grenzkurve liegt, dem Bereiche der Ratterschwingungen zugeordnet ist.

Wir wollen jetzt sehen, welche Schlußfolgerungen wir aus unserem Diagramm Abb. 5 bezüglich unserer Beispiele ziehen können. Betrachten wir den Magneten der Abb. 1, dann ist in diesem Falle P' kleiner als P_0. Die charakteristische Gerade wird also etwa durch A_1B_1 gekennzeichnet sein. Da die Eigenschwingungszahl f_0 des Systems infolge der großen Starrheit der Magnetkörper sehr groß ist, wird also f/f_0 kleiner als 1 sein. Wir werden uns also in der linken Hälfte des Bereiches A_1B_1 aufhalten und es werden unbedingt Ratterschwingungen auftreten. Um bei Wechselstrommagneten erträgliche Verhältnisse zu schaffen, versieht man entweder das Ober- oder Unterteil des Magneten mit einer Kurzschlußwicklung (Abb. 6), die nur einen Teil des Eisenquerschnitts umfaßt. Dadurch wird der Gesamtfluß Φ in einen durch den Kurzschlußring gehenden Kraftfluß Φ_1 und in einen außerhalb des Kurzschlußringes verlaufenden Kraftfluß Φ_2 aufgespalten. Durch den Ohmschen Widerstand des Kurzschlußringes erreicht man, daß die Flüsse Φ_1 und Φ_2 gegeneinander phasenverschoben sind. Wenn also $\Phi_1 = 0$ ist, dann besitzt Φ_2 einen endlichen Wert, d. h. die anziehende Kraft P_1 geht nicht wie bei Abb. 2 durch Null, sondern verläuft nach Abb. 7. Auch $P' = P'_0 - P_2$ ist verhältnismäßig groß und größer als P_0, so daß die charakteristische Gerade in der Abb. 5 etwa den Verlauf A_3B_3 besitzen dürfte. Ist das Magnetsystem sehr starr, also f/f_0 klein, dann befindet man sich in dem Bereich A_3A_3', in dem harmonische Schwingungen möglich sind, Ratterschwingungen also nicht aufzutreten brauchen. Trotz der Anwendung einer Kurzschlußwicklung erfordert die Herstellung eines brummfreien Magneten große Sorgfalt. Beispielsweise müssen die aufeinander liegenden Flächen genau eingepaßt sein. Liegen nämlich die Berührungsflächen nicht ganz auf, so wird das ganze System etwas elastisch. Dadurch wird seine Eigenschwingungszahl kleiner, also f/f_0 größer, und man kann jetzt wieder in den Bereich $A_3'B_3$ gelangen, in dem Ratterschwingungen auftreten.

Betrachten wir jetzt den Fall des Tatzenmotors, wie er bei Einphasen-Triebwagen vorkommt. Hier ist die konstante Kraft gleich P_0, die charakteristische Gerade also durch A_2B_2 gegeben. Da die Eigenfrequenz f_0 des Systems hoch liegt, wird man sich praktisch immer innerhalb des Bereiches A_2B_2 befinden, d. h. Ratterschwingungen müssen auftreten. Man kann sie sehr leicht beseitigen, indem das Zahnrad eine zusätzliche Federung erhält. Hierdurch wird die Eigenfrequenz f_0 des Systems klein, f/f_0 also groß, so daß man in dem Bereich der harmonischen Schwingungen rechts von B_2 gelangt. Die Erfahrung hat obige Ausführungen bestätigt.

Betrachten wir jetzt den Fall eines kleinen Einphasen-Reihenschlußmotors ($f = 16\frac{2}{3}$) der Rattererscheinungen zeigte; die Untersuchung ergab: Erregte man z. B. nur das Feld und drehte den Läufer ganz langsam, dann ergab sich stets, wenn man den Anker um eine Nutenteilung verdrehte, eine Stelle mit starkem und eine Stelle ohne Rattern. Es handelte sich um einen vierpoligen Motor, dessen Läufer 29 offene Nuten hatte. Da 29 nicht durch vier teilbar ist, sind bei gegebener Stellung des Läufers die magnetischen Leitfähigkeiten an den vier Polen nicht

Abb. 6. Wechselstrommagnet mit Kurzschlußring.

Abb. 7. Zugkraft des Wechselstrommagneten mit Kurzschlußring.

gleich. Je Pol wird bei Drehung des Ankers um eine Nutenteilung die Leitfähigkeit ein Maximum und ein Minimum haben. Die anderen Pole zeigen gleiche Eigenschaft, jedoch mit ¼, ½ bzw. ¾ Nutenteilung Phasenverschiebung. Hat der oberste Pol maximalen Fluß, dann hat der unterste den geringsten, es wird also ein magnetischer einseitiger Zug nach oben vorhanden sein. Bei Drehung um eine Nutenteilung wandert dieser einseitige Zug um 360°; er hat die Größe $P_0 + P_0 \sin \omega t$. Ist der Zug nach unten gerichtet, dann ist, wenn das Gewicht des Ankers G ist, die resultierende Kraft

$$P = (G + P_0) + P_0 \sin \omega t. \qquad (10a)$$

Ist der Zug nach oben gerichtet, dann gilt

$$P = (G - P_0) - P_0 \sin \omega t. \qquad (10b)$$

Im ersten Falle ist die Vorspannung $P_0 + G$ groß, es werden gemäß Abb. 5 keine Ratterschwingungen auftreten. Im zweiten Falle ist die Vorspannung $G - P_0$ wesentlich kleiner, so daß jetzt Ratterschwingungen auftreten können. Da bei Drehung um eine Nutenteilung der einseitige magnetische Zug sich um 360° dreht, ergibt sich die Erklärung, daß das Rattern einmal stark und einmal Null sein muß.

Bei unseren bisherigen Betrachtungen an Hand des Diagramms Abb. 5 konnten wir nur mit Sicherheit feststellen, daß bei gegebenen Schwingungsbedingungen f/f_0 und gegebener Vorspannung P' die durch einen Punkt innerhalb der schraffierten Kurven darstellbar sind, Ratterschwingungen auftreten müssen. Liegt dieser Punkt außerhalb der schraffierten Kurve, so können harmonische Schwingungen auftreten. Es ist jedoch keineswegs gesagt, daß dies die einzig möglichen sind, beispielsweise könnten auch hier Ratterschwingungen möglich sein. Um hierüber Klarheit zu finden, müssen die Eigenschaften der Ratterschwingungen untersucht werden. Da die vorhandenen Federungen meistens sehr hart sind, wollen wir zunächst die vereinfachende Annahme treffen, daß die Federung unendlich hart sei.

Betrachten wir unser Schwingungssystem Abb. 4 a, jedoch mit der unendlich harten Federung, nehmen wir an, daß zunächst nur die konstante Kraft P' wirkt, heben wir die Masse hoch und lassen sie auf die Unterlage fallen, so wird das System Eigenschwingungen nach Abb. 8 a

Abb. 8 a. Eigenschwingungen bei unendlich harter Federung. Schwingungsausschlag x in Funktion der Zeit t.

Abb. 8 b. Eigenschwingungen bei unendlich harter Federung. Geschwindigkeit v in Abhängigkeit der Zeit t.

ausführen. Beim Aufprallen auf die Unterlage wird infolge der starren Federung eine sofortige Reflektion stattfinden. Der Schwingungsausschlag x wird nach einer Wurfparabel erfolgen, es wird wieder eine Reflektion auftreten und der Vorgang wird sich wiederholen. Beim Aufzeichnen der Abb. 8 wurde angenommen, daß zunächst keine Verluste vorhanden sind. In Abb. 8 b ist die Geschwindigkeit $v = \mathrm{d}x/\mathrm{d}t$ aufzeichnet. Beim Aufprallen verändert sich die Geschwindigkeit unstetig von $-v_0$ auf $+v_0$. Die Verzögerung b dieser Geschwindigkeit ist

$$b = \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{P'}{m}, \tag{11 a}$$

die größte Geschwindigkeit

$$v_0 = b\,\frac{T}{2}, \tag{11 b}$$

die größte Wurfhöhe (s. Abb. 8 a)

$$H = \frac{1}{8}\,b\,T^2. \tag{11 c}$$

Wir werden im folgenden bei Beurteilung der Schwingungen nicht wie sonst üblich das Weg-Zeit-Diagramm der Abb. 8 a, sondern das für unsere Zwecke günstigere Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm der Abb. 8 b benutzen.

Es sei jetzt der Einfluß der Kraft $P_0 \sin \omega t$ auf die gewichtslos gedachte, frei bewegliche Masse der Abb. 9 a untersucht. Es entstehen Schwingungen vom Ausschlag

$$x = -\frac{P_0}{m\,\omega^2}\sin \omega\,t. \tag{12}$$

Diese Gleichung folgt aus Gl. (7) und (8), wenn dort, da ja keine Federung vorhanden sein soll, $c = 0$ gesetzt wird. Die Geschwindigkeit dieser Schwingung, welche mit Δv bezeichnet sei, ergibt sich durch Differenzierung zu

$$\Delta v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -\frac{P_0}{m\,\omega}\cos \omega\,t = -\Delta v_0 \cos \omega\,t \tag{13}$$

Abb. 9 b zeigt die erregende Kraft sowie den Schwingungsausschlag x und die Geschwindigkeit Δv. Die Geschwindigkeit eilt der erregenden Kraft um 90° nach.

Abb. 9 a. Frei bewegliche Masse unter dem Einfluß einer periodischen Kraft $P_0 \sin \omega t$.

Abb. 9 b. Kraft, Geschwindigkeit und Schwingungsausschlag in Abhängigkeit der Zeit t.

Lassen wir jetzt auf den Schwingungsvorgang nach Abb. 8 b die Kraft $P_0 \sin \omega t$ zusätzlich wirken, dann ist zur Geschwindigkeitskurve v noch Δv nach Gl. (13) zu addieren (s. Abb. 10 a). Die resultierende Geschwindigkeit v_R hat jetzt den Verlauf der Kurve I in Abb. 10 a

Abb. 10 a. Ratterschwingungen. Geschwindigkeitskurve v und erregende Kraft $P_0 \sin \omega t$ sind in Phase.

Abb. 10 b. Ratterschwingungen. Geschwindigkeitskurve v eilt der erregenden Kraft $P_0 \sin \omega t$ um 90° nach.

Abb. 10 c. Ratterschwingungen. Geschwindigkeitskurve v eilt der erregenden Kraft $P_0 \sin \omega t$ um den Winkel α nach.

Abb. 10 d. Ratterschwingungen. Geschwindigkeitskurve v eilt der erregenden Kraft $P_0 \sin \omega t$ um den Winkel α vor.

rechts. (Der Zeitpunkt des Aufprallens der Masse wird durch die Überlagerung von Δv nicht geändert, da $\int_0^T \Delta v\,\mathrm{d}t = 0$. Unmittelbar nach der Reflexion ist die Geschwindigkeit v_1 um den Betrag Δv_0 kleiner als die Geschwindigkeit v_0 der Zickzackkurve. Vor Beginn der nächsten Reflektion ist die Geschwindigkeit v_2 um den Betrag

Δv_0 größer als v_0. Die lebendige Energie der Masse hat dabei um den Betrag

$$\Delta E_0 = \frac{1}{2} m \left[(v_0 + \Delta v_0)^2 - (v_0 - \Delta v_0)^2\right] \qquad (14a)$$

zugenommen. Setzt man diese Energiezunahme in Verhältnis zur lebendigen Energie $1/2 m v_0^2$, die bei der Geschwindigkeit v_0 (Mittelwert aus v_1 und v_2) vorhanden ist, dann ergibt sich nach kleiner Umrechnung

$$\frac{\Delta E_0}{E_0} = \frac{4 \Delta v_0}{v_0}. \qquad (14b)$$

Der Vergleich mit $E_0 = 1/2 m v_0^2$ ist deswegen zweckmäßig, weil die auftretenden Stoßverluste in erster Annäherung von uns proportional E_0 gesetzt werden sollen. Damit unsere Schwingungen periodisch bleiben, müssen wir annehmen, daß die Energiezunahme ΔE_0 beim Aufprallen der Masse auf die Unterlage durch Stoß vernichtet wird, so daß nach der Reflektion nur die Geschwindigkeit v_1 vorhanden ist und der Vorgang sich also wiederholt.

Jetzt sei die Zickzackkurve v gegenüber der erregenden Kraft um ½ Periode verschoben (Abb. 10 b). Addiert man die Geschwindigkeit Δv zur Zickzackkurve, so wird am Anfang und am Ende der Periode die Geschwindigkeit nicht geändert, der Masse also auch keinerlei lebendige Energie zugeführt. Wird die Zickzackkurve jetzt nur um den Winkel α, der kleiner als 90° ist, gegen $P_0 \sin \omega t$ verschoben, so zeigt Abb. 10 c, daß v_2 wieder größer als v_1 ist, wobei, da $v_2 - v_1 = 2 \Delta v_0 \cos \alpha$, die zugeführte Energie kleiner ist als im Falle der Abb. 10 a ($\alpha = 0$). Je nach der Phasenlage der Schwingung liegt die zugeführte Energie ΔE zwischen Null und dem Wert ΔE_0. Je nachdem, ob beim Aufprallen viel oder wenig Energie vernichtet wird, wird sich also die Phasenlage der Schwingung so einstellen müssen, daß die zugeführte Energie gleich der vernichteten ist. Die Schwingungen nach Abb. 10 c sind auch stabil. Wird aus irgendeinem Grunde die Schwingungsdauer etwas kleiner (s. Kurve *II*, Abb. 10 c), so wird $\Delta v'$ größer als das sonst vorhandene Δv, die zugeführte Energie ist also etwas größer, die nächste Schwingungsdauer wird also wieder zunehmen und der stationäre Zustand allmählich erreicht werden.

Verschiebt man die Zickzackkurve um den gleichen Winkel α rückwärts (Abb. 10 d), so ist die zugeführte Energie wohl dieselbe, jedoch sind die Schwingungen, wie man ähnlich bei Abb. 10 c zeigen kann, dann nicht stabil. Der größte Energieverlust, der je Schwingung auftreten kann, ist durch ΔE_0 nach Gl. (14) gegeben. Ist der Energieverlust größer, dann sind Ratterschwingungen nicht mehr möglich. Beachtet man Gl. (13) und daß man nach Abb. 8 b für v_0 schreiben kann

$$v_0 = \frac{P'}{m} \frac{\pi}{\omega}, \qquad (15a)$$

so ergibt sich nach Einsetzen dieser Werte in Gl. (14)

$$\frac{\Delta E_0}{E_0} = \frac{4}{\pi} \frac{P_0}{P'}. \qquad (16a)$$

Die prozentual zugeführte Energie ist also um so kleiner, je kleiner P_0 und je größer die konstante Kraft P' ist. Ist $P_0 = P'$, dann ergibt sich $\frac{\Delta E_0}{E_0} = \frac{4}{\pi}$, ein Wert, der sogar größer als 1 ist und gestattet, daß schon eine beachtliche Verlustarbeit gedeckt werden kann. Ist P' größer als P_0, dann nimmt wohl die zugeführte Arbeit prozentual ab, es sind jedoch nach wie vor, sofern der Energieverlust nicht zu groß, Ratterschwingungen möglich. Aus dem Diagramm der Abb. 5 hatte sich ergeben, daß für P' größer als P_0 bei unendlich starrer Federung, d. h. bei $f/f_0 = 0$, der Bereich der harmonischen Schwingungen vorhanden ist. Neu kommt also hinzu, daß außer diesen harmonischen Schwingungen, sofern durch einen äußeren Anstoß Ratterschwingungen eingeleitet wurden, diese bei nicht zu großem Energieverlust bestehen können.

Es sind bei gleicher Frequenz f der erregenden Kraft auch Ratterschwingungen mit geringerer Periodenzahl, also mit $f/2$, $f/3$, $f/4$ usw. möglich. In Abb. 11 sind verschiedene Zickzackkurven *I*, *II*, *III* für v aufgezeichnet, deren Periodendauer im Verhältnis 1 : 2 : 3 stehen. Wir erkennen, daß, wenn wir eine durch $P_0 \sin \omega t$ bedingte Geschwindigkeit Δv in Gedanken den Kurven *I*, *II*, *III* überlagern, die resultierende Geschwindigkeit am Ende der Periode größer

Abb. 11. Ratterschwingungen verschiedener Ordnungszahlen bei gleicher erregender Kraft $P_0 \sin \omega t$.

als zu Anfang ist, in allen drei Fällen also eine Energiezufuhr stattgefunden hat, also Ratterschwingungen mit den Frequenzen f, $f/2$, $f/3$ ... trotz konstanter erregender Frequenz f bestehen können. Abb. 11 gilt für größte Energiezufuhr. Verschiebt man die Zickzackkurven allmählich nach rechts, dann nimmt wie auch bei der Abb. 10 die Energiezufuhr ab, um schließlich Null und sogar negativ zu werden. Die Schwingungen mit der Frequenz f, $f/2$, $f/3$ bis f/n bezeichnet man als solche 1., 2., 3...n-ter Ordnung. Da v_0, wie aus Abb. 11 hervorgeht, für die Schwingung 2. Ordnung z. B. doppelt so groß ist wie bei einer Schwingung 1. Ordnung, geht im Falle n-ter Ordnung die Gl. (15 a) in folgende über:

$$v_0 = n \frac{P'}{m} \frac{\pi}{\omega}. \qquad (15b)$$

Entsprechend wird dann aus Gl. (16 a)

$$\frac{\Delta E}{E_0} = \frac{4}{n \pi} \frac{P_0}{P'}. \qquad (16b)$$

Es folgt also, daß bei gleicher erregender Kraft P_0 und bei konstanter Kraft P' die Größe $\frac{\Delta E_0}{E_0}$ mit größerer Ordnungszahl abnimmt, d. h. also, die Schwingungen höherer Ordnungszahl sind weniger stabil. Ist z. B. bei einer Schwingung 4. Ordnung die durch Stoß vernichtete Arbeit so groß, daß sie nach Gl. (16 b) durch Energiezufuhr nicht gedeckt werden kann, so können Schwingungen 4. Ordnung nicht bestehen, sie werden in solche 3. Ordnung übergehen, bei denen die zugeführte Energie prozentual größer ist. Sollte auch hier die Energiezufuhr nicht ausreichen, dann gehen die Schwingungen 3. Art in solche 2. bzw. sogar in solche 1. Ordnung über.

In den Untersuchungen war bis jetzt eine unendlich harte Federung vorausgesetzt, wobei das System jedoch Dämpfung haben durfte. Die Überlegungen gelten im wesentlichen auch, wenn das System eine endliche, jedoch harte Federung hat. Die Eigenschwingungen eines solchen Systems würden dann entsprechend Abb. 12 a und 12 b verlaufen, d. h. die Reflektion beim Aufprallen erfolgt jetzt nicht in unendlich kurzer Zeit, sondern fordert eine endliche Zeit t_0 und verläuft sinusförmig.

Von besonderem Interesse sind noch Ratterschwingungen mit beliebiger und auch mit weicher Federung. Um

über diese ein Urteil fällen zu können, sei zunächst ein allgemein gültiges Gesetz abgeleitet. Abb. 13 zeigt eine Ratterschwingung 2. Ordnung, und zwar für den Fall unendlich harter Federung. Die dem System während einer Periode zugeführte Arbeit kann aus Kraft und Weg berechnet werden zu

$$\Delta E_0 = \int_0^{T_0} P_0 \sin \omega t \, dx$$

oder

$$\Delta E_0 = \int_0^{T_0} P_0 \sin \omega t \frac{dx}{dt} dt = \int_0^{T_0} P_0 \sin \omega t \, v \, dt \qquad (17)$$

Abb. 12a. Rattereigenschwingungen mit endlicher Federung. Schwingungsausschlag x in Abhängigkeit der Zeit t.

Abb. 12b. Rattereigenschwingungen mit endlicher Federung. Geschwindigkeit v in Abhängigkeit der Zeit t.

Die Geschwindigkeitskurve v ist nach Abb. 13 bekannt. Selbstverständlich auch die Kraft $P_0 \sin \omega t$, so daß das Integral Gl. (17) berechnet werden kann. Nach dem Fourierschen Lehrsatz ist dieses Integral nur dann nicht Null, wenn die Geschwindigkeitskurve v der Ratterschwingungen eine zweite Harmonische besitzt, da nur diese gleiche Frequenz wie die Kraft $P_0 \sin \omega t$ besitzt. Die Forderung, daß die Geschwindigkeitskurve v eine 2. oder allgemein ausgedrückt eine n-te Harmonische besitzt, ist notwendig, falls Ratterschwingungen 2. oder allgemein n-ter Art bestehen sollen. Dieses Gesetz gilt ganz allgemein für beliebige pseudo-harmonische Schwingungen, bei denen die Frequenz der erregten Schwingung kleiner als die Frequenz der erregenden ist.

Abb. 13. Ratterschwingung 2. Ordnung bei starrer Federung.

Man könnte vermuten, daß die geforderte 2. Harmonische durch die der Zickzackkurve überlagerten Schwingungen Δv geliefert wird. Dies ist jedoch nicht der Fall, weil Δv gegenüber der erregenden Schwingung $P_0 \sin \omega t$ um 90° phasenverschoben ist und beide zusammen keine Arbeit leisten. Man kann also statt der tatsächlichen v-Kurve die ideelle unverzerrte Geschwindigkeitskurve v_i zugrunde legen, ohne daß sich dabei die zugeführte Energie verändern würde. Arbeit leisten also nur die 2. Harmonischen der unverzerrten Eigenschwingungskurve v_i. Das Ergebnis, daß wir für die Beurteilung, ob Schwingungen n-ter Ordnung bestehen können, nur zu untersuchen haben, in welchem Maße in der Eigenschwingung n-te Harmonische enthalten sind, wollen wir für beliebige Fälle als näherungsweise gültig ansehen.

Abb. 14. Ratterschwingung 2. Ordnung. Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit t. Kurven I, II, III entsprechen verschieden starken Federungen.

In Abb. 14 sind Ratter-Eigenschwingungen mit verschieden harter Federung aufgezeichnet. Die Zickzackkurve $A_1 A_2$ entspricht einer unendlich harten Federung. Bei der Eigenschwingung nach Kurve II ist die Federung wesentlich weniger hart und bei Kurve III ist die Federung noch weicher gehalten. Bei der Eigenschwingung nach Kurve III ist die Federung größtenteils in Eingriff mit der Unterlage und nur längs $C_1 C_2$ ist ein Abfliegen in Form einer Parabel vorhanden. Die erregende Kraft $P_0 \sin \omega t$ soll, bezogen auf die zu untersuchenden Ratterschwingungen, von der doppelten Frequenz sein. Um zu überprüfen, in welchem Maße diese Kraft den verschiedenen Ratterschwingungen I, II, III Energie zuführt, müssen wir untersuchen, in welchem Maße diese Eigenschwingungen 2. Harmonische besitzen. 2. Harmonische sind vorhanden, jedoch erkennt man, ohne daß man die genaue Analyse durchzuführen braucht, daß bei der schon fast harmonisch aussehenden Kurve III die 2. Harmonische sicher kleiner ist als bei der Kurve II und erst recht kleiner als bei der Kurve I. Man kann also hieraus sofort den Schluß ziehen, daß, je weicher die Federung ist, eine um so kleinere Energie den Ratterschwingungen zugeführt wird, so daß deren Bestehen in Frage gestellt ist.

Abb. 15a. Schwingungsmodell für zweiseitig begrenzte Ratterschwingungen.

Abb. 15b. Zweiseitige Rattereigenschwingungen. Schwingungsausschlag in Abhängigkeit der Zeit.

Abb. 15c. Zweiseitige Rattereigenschwingungen. Geschwindigkeit v in Abhängigkeit der Zeit t.

Bis jetzt war vorausgesetzt, daß die Amplitude der Schwingungen mechanisch nicht begrenzt ist, was beim Magneten der Abb. 1 der Fall ist. Oft handelt es sich um Schwingungen innerhalb eines Spieles, z. B. im Falle des Tatzenmotors (Schwingungen im Zahnspiel) und Einphasenmotors (Schwingungen im Lagerspiel). Dieser Fall kann durch das Modell der Abb. 15a dargestellt werden, wobei der Federfuß sich nur um den Betrag des Spieles h frei nach oben bewegen kann. Ratterschwingungen, die nach beiden Seiten begrenzt sind, seien im Gegensatz zu

den bis jetzt behandelten einseitigen als zweiseitige Ratterschwingungen bezeichnet. Abb. 15 b zeigt zweiseitige Rattereigenschwingungen bei unendlich harter Federung und Abb. 15 c das zugehörige Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm. Die schraffierte Fläche im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm muß, da durch sie der Weg dargestellt wird, gleich dem Spiel h sein. Wird die Geschwindigkeit vergrößert, dann nimmt bei gleichem Spiel (gleiche Fläche) die Schwingungsdauer von T_1 auf T_2 ab, wie in der Abb. 15 c gestrichelt dargestellt.

Abb. 16 a. Zweiseitige Ratterschwingungen 1. und 3. Ordnung.

Abb. 16 b. Zweiseitige Rattereigenschwingungen bei $P' = 0$. Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit.

Abb. 16 c. Rattereigenschwingungen bei verschiedenem Spiel. Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit t.

Beidseitige Ratterschwingungen können beim Einwirken einer Kraft $P' + P_0 \sin \omega t$ stabil bestehen, wie aus der Abb. 16 (Kurven I) hervorgeht. Addieren wir zur Geschwindigkeitskurve v_i der Eigenschwingungen die Kurve Δv, so ergibt sich die resultierende Geschwindigkeitskurve v. Bei der Reflektion an der Stelle A sinkt die Geschwindigkeit vom Werte v_I auf den kleineren Wert v_{II} ab. Bei verlustloser Reflektion müßte $v_I = v_{II}$ sein. Es sei deshalb angenommen, diese Geschwindigkeitseinbuße entspreche einem Stoßverlust. Kurz vor Reflektion in B ist die Geschwindigkeit v_{III} vorhanden, die nach der Reflektion auf den Wert v_{IV} absinkt, so daß wir auch hier annehmen wollen, daß die Geschwindigkeitseinbuße durch Stoßverluste erfolgt. In Wirklichkeit werden diese Stoßverluste nicht quantitativ in der geschilderten Weise erfolgen, aber es kommt auf die Feststellung an, daß dem System Energie zugeführt werden kann. Verschiebt man die Kurve v_i gegen $P_0 \sin \omega t$ um ¼ Periode und addiert Δv, so zeigt sich, daß dem System keine Energie zugeführt wird. Da also je nach der Phasenverschiebung die zugeführte Energie von Null bis zu einem Maximalwert veränderlich ist, wird sich die Phasenverschiebung so einstellen, bis Gleichgewicht zwischen zugeführter und verbrauchter Energie vorhanden ist. Es muß jedoch stets die Bedingung erfüllt sein, daß der Flächeninhalt der v-Kurve gleich dem Spiel h ist, und die Schwingungsdauer gleich der der Erregung. Je nach der Größe des Spieles ist es auch möglich, daß zweiseitige Ratterschwingungen 2., 3. oder n-ter Ordnung bestehen können.

Der Beweis kann für die Schwingungen ungerader Ordnungszahlen in gleicher Weise (s. Abb. 16 a, Kurven II) geführt werden, indem man feststellt, daß die v-Kurve vor jedem Aufprall größere Werte hat als nach dem Aufprall. Bei gerader Ordnungszahl ist der Beweis jedoch etwas schwieriger. Wir können jedoch die Möglichkeit der geradzahligen Schwingungen dadurch erklären, daß wir feststellen, daß in der Kurve der Eigenschwingung geradzahlige Harmonische vorhanden sind. Die Harmonischen gerader Ordnung sind allerdings schwächer als die ungerader, was man erkennt, wenn man den Grenzfall wählt, daß die konstante Kraft $P' = 0$ sei. Die v_i-Kurve geht dann in die Rechteckkurve Abb. 16 b über, von der man weiß, daß sie nur ungeradzahlige Harmonische besitzt. Ist bei einem gegebenen Spiel z. B. eine zweiseitige

a Schwingung 1. Ordnung b Schwingung 2. Ordnung
c Schwingung 3. Ordnung d Schwingung 4. Ordnung
e Schwingung 5. Ordnung

Abb. 17. Experimentell aufgenommene einseitige Ratterschwingungen verschiedener Ordnung bei konstanter erregender Kraft. Schwingungsausschlag x in Abhängigkeit der Zeit t. Periodenzahl des zugeführten Wechselstromes: $16^2/_3$ Hz.

Schwingung 3. Ordnung vorhanden, dann sind solche höherer Ordnungszahlen nicht immer möglich, weil die Bedingung, daß der Flächeninhalt der v-Kurve gleich dem Spiel h und die Schwingungsdauer der v-Kurve ein ganzes Vielfaches derjenigen der Erregung sein muß, nicht für alle Ordnungszahlen erfüllbar ist. Einseitige Ratterschwingungen der gleichen bzw. einer niedrigeren Ordnungszahl sind dagegen immer möglich.

Geht man von der Schwingung erster Ordnung der Abb. 16 a aus und verkleinert allmählich das Spiel, dann verlaufen die Schwingungen von Kurve I (Abb. 16 c) ausgehend nach Kurve II und schließlich nach Kurve III.

Kurve *III* entspricht der einseitigen Ratterschwingung. Bei weiterer Verkleinerung des Spieles werden zwar noch Ratterschwingungen, jedoch keine periodischen mehr bestehen. — Die Ergebnisse gelten in qualitativer Beziehung auch für beliebige Federungen, die nicht unendlich hart sind. Man kann dies wie bei den einseitigen Schwingungen nachweisen, indem man feststellt, in welchem Maße höhere Harmonische in der Eigenschwingungskurve der Geschwindigkeitskurve vorhanden sind. In Abb. 16 b ist die v-Kurve bei endlicher Federung gestrichelt eingezeichnet.

Abb. 18. Experimentell aufgenommene zweiseitige Ratterschwingung 3. Ordnung. Schwingungsausschlag in Abhängigkeit der Zeit.

Um einen Überblick zu erhalten, inwieweit die gebrachten theoretischen Ergebnisse mit der Wirklichkeit übereinstimmen, wurden unter Mitwirkung von Herrn Dipl.-Ing. Manteuffel mit einem Drehmagneten Versuche angestellt, der durch Wechselstrom erregt wurde, also eine Kraft $P_0 + P_0 \sin \omega t$ erzeugte. Der Drehanker konnte sich mit einer Feder auf eine Unterlage abstützen. Die auftretenden Drehschwingungen wurden mit einem kleinen am Magnetanker angebrachten Spiegel mittels Lichtstrahls auf den Film eines Oszillographen übertragen. Die Leistungsschleife des Oszillographen wurde derart angeschlossen, daß sie der Größe i^2 des Wechselstroms folgte, die ungefähr proportional der magnetischen Zugkraft ist. Abb. 17 a bis e zeigt fünf aufgenommene Diagramme von einseitigen Ratterschwingungen. Die untere etwa sinusförmig verlaufende Kurve gibt jeweils den Verlauf der Magnetkraft an. Die obere verhältnismäßig dicke Kurve ist jeweils gleich dem Schwingungsausschlag x (nicht gleich der Geschwindigkeit v). Worauf es bei unseren Messungen ankam, war der Nachweis der Schwingungen verschiedener Ordnungszahlen. In den Diagrammen war die erregende Kraft konstant und hatte eine Frequenz von $f = 16\frac{2}{3}$. Je nach dem Anstoß, den man dem Anker gab, konnten Schwingungen 1. bis 6. Ordnung erzeugt werden. Die Diagramme zeigen solche bis zur 5. Ordnung. Je größer die Ordnungszahl, um so größer sind die Schwingungsausschläge. Es sei erwähnt, daß bei den Versuchen den Schwingungen gelegentlich Schwebungen überlagert waren (s. Abb. 17 c), Abb. 18 zeigt eine zweiseitige Ratterschwingung 3. Ordnung.

Zusammenfassung.

In vorstehenden Untersuchungen ist versucht worden, einen Einblick in das Entstehen und das Wesen der Ratterschwingungen zu geben. Der Aufsatz zeigt, daß Ratterschwingungen bei mechanischen Schwingungssystemen auftreten können, falls die Kraftübertragung eine lose ist (Spiel) und die Erregung eine konstante und eine periodische Kraft vorhanden ist. Diese Kräfte treten jedoch in der Wechselstromtechnik oft auf. Bei ein und derselben Erregung können Ratterschwingungen mit der Erregerfrequenz, jedoch auch mit Frequenzen gleich $f/2$ $f/3$ $f/4$ usw. auftreten. Wesentlich für das Auftreten der Schwingungen ist die vorhandene Dämpfung. Ratterschwingungen können vermieden werden durch den Einbau von weichen Federungen, oder falls die konstante Kraft groß gegen die periodische gemacht werden kann, oder falls die Möglichkeit besteht, vorhandene Spiele möglichst zu beseitigen. Die Untersuchungen, die vorwiegend physikalisch geführt sind, machen, obwohl durch sie die meisten Erscheinungen geklärt sind, keinen Anspruch auf Vollständigkeit und lassen noch manche Fragen offen, so daß für den Schwingungsforscher noch eine Reihe von lohnenden Untersuchungen vorhanden ist.

Untersuchungen an vergießbaren Isolierstoffen.

Von R. Vieweg VDE, Darmstadt, und G. Pfestorf VDE, Berlin.

621. 315. 616. 94. 001. 4

Übersicht. Der Aufsatz berichtet über die elektrotechnisch wichtigen Untersuchungsverfahren für vergießbare Massen (Paraffine, Wachse u. ä.). Die Schwierigkeiten, die der Herstellung einheitlicher, gleichmäßiger Versuchskörper infolge des Schwindens beim Festwerden entgegenstehen, können dadurch behoben werden, daß die Massen in besonderer Weise ausgegossen werden oder in einem nachgiebigen Gefäß erstarren, oder daß eine kühlbare Elektrode angewandt wird.

Während auf den großen Gebieten der flüssigen und der festen Isolierstoffe zahlreiche Arbeiten vorliegen, durch welche diese Stoffe in den verschiedensten Richtungen auf ihre isolierenden Eigenschaften untersucht worden sind, besteht zwischen den beiden Gruppen ein Bereich von Isolierstoffen, der bisher verhältnismäßig wenig erforscht worden ist. Es handelt sich um die sogenannten vergießbaren Massen, das sind die Isolierstoffe, die bei Temperaturen wenig oberhalb der normalen erweichen und flüssig werden, und die in diesem Zustand verarbeitet werden, während ihre praktische Anwendung hauptsächlich als fest-plastische Körper in der Nähe der Raumtemperatur erfolgt.

Die vergießbaren Massen bieten in vieler Beziehung erhebliches Interesse. Das Gebiet ihrer technischen Anwendung ist recht groß. Hierher gehören die sogenannten Paraffine und Wachse, die namentlich im Kondensatorenbau umfassend verwendet werden und als tragendes Dielektrikum von ausschlaggebender Bedeutung für die Beschaffenheit dieser ganzen Gerätegruppe sind. In der Kabeltechnik sind gleichfalls vergießbare Isolierstoffe als Kabelvergußmassen von großer Wichtigkeit, und zwar sowohl in der Niederspannungstechnik als bis hin zu den höchsten Spannungen. Geräte in vergossener Ausführung erfreuen sich wegen ihrer gedrängten Bauweise steigender Beliebtheit. Auch das Vergießen von Sammlern und Primärelementen sei als ein Anwendungsbereich erwähnt. Vergußmassen spielen aber auch eine Rolle außerhalb der elektrischen Beanspruchung.

In technischer Beziehung sind die Massen ebenfalls recht interessant. In den Montanwachsen fallen vergießbare Massen an, die bergmännisch in der Natur verwendungsreif gewonnen werden. Andere Wachsarten ergeben sich bei der chemischen Verarbeitung aus Teeren und ähnlichen Kohleerzeugnissen. Neben den natürlich

oder künstlich gewonnenen Bitumina seien auch Bienenwachs und Wollfett erwähnt; auch pflanzliche Wachse finden Verwertung, z. B. das Karnaubawachs. Die Stoffe liegen bei gewöhnlicher Temperatur in zum Teil recht fester Form vor, während andere Gruppen — z. B. die Vaseline — als Pasten gebraucht werden. Durch Mischungen und Beimengungen lassen sich Konsistenz und andere Eigenschaften den Verwendungszwecken anpassen. In den letzten Jahren hat man versucht, auf synthetischem Wege, z. B. durch Chlorierung von Naphthalinen, neue Stoffe mit neuen Eigenschaften zu gewinnen. Besonders die Dielektrizitätskonstante, die ja im Kondensatorenbau bedeutsam ist, spielte hierbei eine Rolle. Zu den Eigenschaften, die an den vergießbaren Isolierstoffen untersucht werden, ist vor einiger Zeit die Wärmeleitfähigkeit neu hinzugekommen. A. Meißner[1]) hat wohl als erster die Bedeutung der thermischen Eigenschaften von Vergußmassen klar herausgearbeitet. Er hat zugleich Wege zu ihrer Verbesserung gewiesen, gelang es ihm doch, durch Beimischung von kristallinem Quarz das thermische Leitvermögen bituminöser Vergußmassen erheblich zu verbessern, ohne daß in elektrischer Beziehung eine wesentliche Verschlechterung eintrat.

Anforderungen.

Die Anforderungen, die man an vergießbare Isolierstoffe stellt, sind natürlich je nach dem Verwendungszweck stark unterschiedlich. In mechanischer Hinsicht wird eine gewisse Härte nach dem Erkalten verlangt, die Massen sollen nach dem Erstarren keine Haarrisse zeigen, die der Feuchtigkeit und den chemischen Einflüssen Angriffspunkte bieten können. Feuchtigkeit und nach Möglichkeit auch Chemikalien sollen überhaupt keine Wirkung haben, ferner sollen die Massen gut und gleichmäßig an Metallen und Isolierstoffen haften, und schließlich wird verlangt, daß sich die Stoffe in den angedeuteten Richtungen auch noch bei tiefen Temperaturen bewähren, eine Forderung, die hinsichtlich der Sprödigkeit nicht immer leicht erfüllt werden kann. In thermischer Beziehung interessiert der Schmelzpunkt der Massen. Da wir es meistens mit einem Gemisch von chemisch ähnlichen Stoffen zu tun haben, kann man im allgemeinen nicht von einem scharf definierten Schmelzpunkt, sondern nur von einem Erweichungsbereich sprechen, innerhalb dessen die einzelnen Anteile flüssig werden. Auch die Tropfpunktbestimmung, d. h. die Ermittlung der Temperatur, bei der das erste Abtropfen stattfindet, ist zuweilen erwünscht. Neuerdings gewinnt, wie oben schon erwähnt, die Wärmeleitfähigkeit Bedeutung. In chemischer Hinsicht sollen die Massen frei von wasserlöslichen Säuren oder Basen sein; sie sollen auch keine Steinkohlen-, Generator- oder Braunkohlenteerpeche sowie keine Glyzerin- oder Zellpeche enthalten. Als elektrische Eigenschaften finden der Oberflächenwiderstand, der Durchgangswiderstand, die Dielektrizitätskonstante und der dielektrische Verlustfaktor Beachtung.

Prüfverfahren.

Zur technischen Beurteilung vergießbarer Massen durch Hersteller und Verbraucher ist eine Reihe von Prüfverfahren bekannt geworden. Wir wollen uns im folgenden wesentlich auf die elektrotechnischen Gesichtspunkte beschränken. In Deutschland hat der Verband Deutscher Elektrotechniker „Leitsätze für die Prüfung von Vergußmassen für Geräte unter 1000 V Nennspannung"[2]) und „Leitsätze für die Prüfung und Bewertung von Vergußmassen für Kabelzubehörteile"[3]) veröffentlicht. Bei den Massen für Geräte wird

1. eine Prüfung der elektrischen Festigkeit zwischen zwei in die Vergußmasse eingebetteten Kugelelektroden von 5 mm Halbmesser bei 2 mm Abstand gefordert. Eine Spannungsprüfung mit 10 000 V bei 50 Hz soll während 5 min bei Raumtemperatur und bei der betriebsmäßig auftretenden Übertemperatur ausgehalten werden.

2. Eine elektrische Prüfung soll die Feuchtigkeitssicherheit und Abdichtungsfähigkeit der Masse erweisen. Dazu werden in einem Körper aus feuchtigkeitssicherem Isolierstoff von 10 mm Dicke mindestens 5 abgesetzte Löcher von 10 mm größtem Durchmesser angebracht. In diese Löcher werden Zylinderkopfschrauben so eingesetzt, daß oberhalb des Schraubenkopfes noch 2 mm freibleiben. Die Schraubenköpfe werden mit der Prüfmasse vergossen, so daß die Löcher ausgefüllt sind. Hierzu ist der Prüfkörper mit den Schrauben bis ungefähr zur Temperatur des Schmelzpunktes der Masse vorzuwärmen. Nach dem Erkalten wird der Prüfkörper einen Tag lang in einen Raum von 80 % rel. Luftfeuchtigkeit gelegt. Bei der anschließenden Prüfung werden die Metallteile an einen Pol einer Wechselspannung von 3 kV bei 50 Hz gelegt, während mit dem anderen Pol die Vergußmasse und ihre Ränder abgetastet werden. Es darf weder ein Durchschlag noch ein durch Funkenbildung wahrnehmbarer Kriechstrom durch die Trennschicht auftreten.

Diese elektrischen Prüfungen beschränken sich also auf das praktische Verhalten im Betrieb; die elektrischen Eigenschaften des Stoffes an sich werden nicht untersucht. Noch weniger ist das in den Leitsätzen für die Vergußmassen für Kabelzubehörteile der Fall. Mit dem Hinweis, daß Vergußmassen, die den mechanischen und chemischen Prüfungen genügen, auch elektrisch einwandfrei sind, wird davon abgesehen, überhaupt Verfahren zur unmittelbaren Beurteilung der elektrischen Eigenschaften heranzuziehen. Es kann hiergegen mit Recht eingewandt werden, daß man einen in der Praxis elektrisch beanspruchten Stoff doch unbedingt auch elektrisch prüfen sollte, und daß der Ersatz durch eine mittelbare chemische Prüfung nicht befriedigt. Demgemäß wird wohl auch in den meisten Prüffeldern derjenigen Werke, die viel Vergußmassen verarbeiten, eine elektrische Untersuchung etwa in Form einer Spannungsbeanspruchung zwischen Kugelelektroden vorgenommen. Wichtiger ist noch der Einwand gegen die ausschließlich chemische Beurteilung, daß man zwar unbrauchbare Massen von der Verwendung ausschließt, daß man aber leicht durch eine zu starre und einseitige Prüfung auch die Entwicklung neuer Massen hemmen kann. Man darf also wohl annehmen, daß eine spätere Überarbeitung der genannten Leitsätze irgendeine elektrische Bewertung vorschreiben wird.

Elektrische Eigenschaften.

Die Bestimmung elektrischer Größen an vergießbaren Stoffen ist nicht immer leicht. Zum Teil macht der Bereich der zu messenden Werte besondere Maßnahmen nötig. Beträchtlicher sind die Hindernisse, die sich durch das Verhalten der Stoffe selbst ergeben. Im folgenden werden Versuche mitgeteilt, die sich hauptsächlich auf die Gewinnung geeigneter Prüfkörper erstrecken[4]). Es kam dabei vor allem darauf an, die Verfahren laboratoriumsmäßig einwandfrei und für recht verschiedene Massen einheitlich zu gestalten, während die Erlangung möglichst hoher Werte nicht als Aufgabe angesehen wurde.

Wenn man elektrische Untersuchungen an vergießbaren Massen in Fertigteilen vornimmt, so treten im allgemeinen keine Meßschwierigkeiten auf. Einmal führt man die Messungen meist nur als Schwellenwertbestimmung aus, verlangt also etwa das Aushalten einer Mindestspannung, ohne nach dem Höchstwert zu fragen. Zum anderen gehen im Fertigteil die am reinen Stoff hervorragenden elektrischen Eigenschaften oft durch Zusätze oder Vermischung mit anderen Isolierstoffen so weit herunter, daß man in den bequem beherrschbaren Bereich

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1193 u. 1218.
[2]) VDE 0350/1929.
[3]) VDE 0351/1927.

[4]) Tätigkeitsbericht der Phys.-Techn. Reichsanstalt für 1934; Physik. Z. 36 (1935) S. 250.

der Isolationsströme kommt. Dies tritt z. B. ein bei der Tränkung von Kondensatoren mit vergießbaren Massen, da hier das Papier als dielektrisch unterlegener Anteil sich geltend macht. Gerade bei Kondensatoren ist noch ein anderer Gesichtspunkt wichtig. Um nicht allzuviel Stücke bei der Prüfung zerstören zu müssen, beschränkt man sich auf wenige grundsätzliche Lebensdauerkurven und führt im übrigen nur rasch zu erledigende Spannungsprüfungen durch, bei denen die Spannungshöhe für das gesunde Gerät noch keine Gefahr bedeutet. Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn es sich um die elektrischen Eigenschaften als solche handelt. Da die elektrischen Größen bei den vergießbaren Stoffen hohe Grenzwerte erreichen, z. B. der spezifische Widerstand bis auf $10^{18}\,\Omega$cm ansteigen kann, erfordern die Messungen besondere Sorgfalt. Man wird im allgemeinen nicht mehr mit den üblichen galvanometrischen Verfahren auskommen, sondern das Elektrometer heranziehen müssen. Die Hauptschwierigkeit besteht jedoch schon, ehe man mit der eigentlichen Messung beginnen kann, in der Herstellung geeigneter Prüfkörper, an denen sich in wiederholbarer Weise Messungen vornehmen lassen. Man muß diese Schwierigkeiten wohl mit als Grund dafür anerkennen, daß bisher eingehendere Richtlinien über die Ermittlung der elektrischen Eigenschaften nicht veröffentlicht wurden.

Prüfkörper.

Die Schwierigkeiten in der Anfertigung der Prüfkörper haben zwei Ursachen: 1. Beim Erstarren der Masse bilden sich unter gewissen Umständen kristalline Gebilde, wie sie beispielsweise in Abb. 1 erkennbar sind. Die Abb. zeigt die Aufnahme einer 3 mm starken weißen Ozokeritplatte mit einem Schmelzpunkt von etwa 60 °. Die Masse wurde auf 80 ° erwärmt und auf einen gut ebenen, gleichfalls erwärmten Metallteller ausgegossen. Das Prüfgerät wurde ganz allmählich abgekühlt. Man erkennt auf der Abbildung schneeflockenartige Gebilde. Messungen an Prüfkörpern mit solchen Einschlüssen geben naturgemäß stark schwankende Werte. Es kann dabei zunächst noch offen bleiben, ob die kristallartigen Gebilde selbst oder die zwischen ihnen sich ausbildenden Trennlinien, Hohlräume, Lufteinschlüsse o. ä. die Schwankungen verursachen. Jedenfalls liegt kein homogener Körper vor, und damit ergeben sich eben die in der Isoliertechnik der Inhomogenität zugeschriebenen Mängel. Es zeigt sich hier auch ein wichtiger Unterschied zwischen dem reinen Stoff und dem Stoff nach Verarbeitung. Bei der Tränkung etwa in den kapillaren Räumen des Papiers, das von der Vergußmasse ausgefüllt wird, können sich solche Störungen nicht oder doch weniger schroff ausbilden als beim freien Stoff. Um so interessanter ist es, auch dessen Eigenschaften beurteilen zu können.

Abb. 1. Ansicht einer dünnen Ozokeritplatte.

2. Eine andere Schwierigkeit liegt in der starken Schwindung beim Erstarren, die den vergießbaren Massen eigen ist. Sie beträgt bis zu etwa 10 %. Die Bestimmung kann in bekannter, einfacher Weise schon im Reagensglas vorgenommen werden. Bei der Herstellung der Prüfkörper muß auf diese Zusammenziehung starke Rücksicht genommen werden. Durch sie werden auf die in der Masse eingebetteten Metallelektroden erhebliche Kräfte ausgeübt, die z. B. eine Veränderung des Elektrodenabstandes bewirken können oder ein Reißen der Masse in sich oder ein Abtrennen der Masse von den Elektroden und damit die Entstehung von Hohlräumen, welche die elektrischen Messungen grob fälschen und die Anwendung höherer Spannungen unmöglich machen.

Prüfkörper bei Raumtemperatur.

Für die Messung der elektrischen Eigenschaften bei Raumtemperatur, und zwar sowohl für den dielektrischen Verlustfaktor und die DK als auch für den spezifischen elektrischen Widerstand sind ebene, kreisförmige Platten von etwa 150 mm Dmr. erwünscht. Die Dicke beträgt zweckmäßig etwa 3 bis 5 mm. Ähnliche Körper sind auch für Spannungsbeanspruchungen mit dem Ziele der Durchschlagsmessung brauchbar, jedoch wählt man hier die Dicke möglichst nicht über 1 mm. Die Herstellung auch nur leidlich homogener und oberflächlich glatter Platten von gleichmäßiger Dicke erfordert bereits die Anwendung von Kunstgriffen. Eine Anweisung für die sichere Herstellung von einwandfreien Probekörpern in allen Fällen kann nicht gegeben werden. Wir haben eine Reihe von Verfahren erprobt, die in den meisten Fällen zu befriedigenden Ergebnissen führten.

1. Zunächst wird die Masse auf einen ebenen Messingteller von etwa 200 mm Dmr. mit wulstartig erhöhtem Rand ausgegossen. Der Metallteller ist auf die Temperatur der flüssigen Masse erwärmt und wird allmählich abgekühlt. Das Verfahren ist nicht immer anwendbar; trotz vorsichtigster Behandlung zeigen manche Massen Risse.

2. Wenn der Schmelzpunkt der Massen im Bereich bis etwa 70 ° liegt, wird der Stoff auf einer Zellophanfolie ausgegossen, die vorher auf einem Glas in feuchtem Zustand straff aufgespannt und getrocknet worden war. Die Folie ergibt eine hochglänzende, gut ebene Oberfläche. Damit die Masse nicht herunterfließt, wird auf die Folie ein leichter Metallring aufgesetzt. Nach dem Erkalten der Platte kann die Zellophanfolie abgezogen werden, und man erhält den gewünschten Prüfkörper in Form eines flachen Kuchens.

3. Bei etwas höher schmelzenden Massen gießt man statt auf die eben erwähnte Folie auf ein Zinnblatt, das auf einen Metallteller glatt aufgestrichen ist. Den Durchmesser des Prüfkörpers bestimmt wieder ein Metallring, der dicht schließend auf das Blattzinn aufgesetzt ist. Die Unterlagen werden vorher mäßig erwärmt. Nach dem allmählichen Erkalten kann man das Blattzinn ebenfalls abziehen.

4. In einigen Fällen führte nur das Ausgießen der Masse auf einer glatten Gummiplatte, die sich nach dem Erkalten durch Abbiegen vom Prüfkörper lösen ließ, zum Ziel. Einzelne vergießbare Massen gaben nach keinem der genannten Verfahren ganz befriedigende Formen. In dem einen Falle zeigten sie Risse, im anderen Falle wurde die Unterlage der heißen Masse und damit auch der Prüfkörper wellig, in wieder einem Falle warfen sich die Platten beim Erstarren, so daß man zwar eine gleichmäßig dicke aber grob verbogene Platte erhielt.

Hat man den Prüfkörper als Rohling gewonnen, so kann er nunmehr durch Aufbringen metallischer Elektroden für die Messung fertig gemacht werden. Als Elektroden haben sich Zinnblätter von etwa $^1/_{100}$ mm Stärke bewährt. Die Elektroden, meist einfach kreisförmig oder nach Art eines Schutzringkondensators ausgebildet, werden mit dem Stechzirkel aus der Blattzinntafel ausgestochen und lassen sich auf dem Prüfkörper fest anreiben, wenn nötig mit Hilfe eines Hauchs von Paraffinöl. Für die Messung der Durchschlagspannung werden die dünnen, etwa 1 mm starken Platten zwischen die genormten, ebenen Messingelektroden gelegt. Der Durchschlag

wird in Luft ermittelt, er tritt manchmal im Inneren der Elekroden, oft am Rande ein. Bei hohen Werten der Durchschlagspannung muß die Prüfung unter Öl vorgenommen werden. Sind die Massen selbst nicht ölfest, so kann man sich im allgemeinen doch durch besonders rasche Ausführung der Messungen helfen.

In manchen Fällen wird verlangt, daß die Massen vor dem Herstellen der Prüfkörper noch gereinigt werden. In Frage kommen dann Filterung und Herstellung des Prüfkörpers im Vakuum. Dazu werden die Massen unter Vakuum auf einem ebenen Messingteller mit wulstförmigem Rand geschmolzen, oder auch bei normalem Druck ausgegossen und ganz allmählich unter Vakuum auf Raumtemperatur abgekühlt.

Anordnungen bei höheren Temperaturen.

Sind schon die Messungen bei Raumtemperatur nicht einfach vorzubereiten, so gestalten sich die Verhältnisse noch sehr viel verwickelter, wenn Messungen in Abhängigkeit von der Temperatur verlangt werden. Um bei fester und bei flüssiger Phase messen zu können, muß eine starre Elektrodenanordnung mit der zu untersuchenden Masse ausgefüllt und umgeben werden. Mit aufgelegten Blattzinnfolien oder ähnlichen einfachen Hilfsanordnungen ist nicht auszukommen, da gerade der Übergang in den flüssigen Zustand von erhöhtem Interesse ist. Wie bei den Anordnungen für Raumtemperatur hat sich auch für die höheren Temperaturen eine ganze Entwicklungsreihe von Meßverfahren ergeben.

Federnde Aufhängung der Elektroden.

Als einfachstes Hilfsmittel, um die Wirkung der Zusammenziehung auszuschalten, erschien die nachgiebige Anbringung der Elektroden. Die Metallelektroden wurden in einer die flüssige Masse enthaltenden Küvette an einer Feder aufgehängt. Bei der Abkühlung zogen die Kontraktionskräfte die Metallscheiben in eine Gleichgewichtslage, so daß, wie nachträgliches Aufschneiden der erstarrten Masse zeigte, die Hohlraumbildung zwischen den Scheiben weitgehend hintangehalten war. Für die Versuche wurde ein besonderer Plattenkondensator konstruiert, der in Abb. 2 in Schnitt und Aufsicht wiedergegeben ist. Die Anordnung wurde recht flach gewählt, um durch Eintauchen in eine Glasküvette bequem arbeiten zu können. Wichtig ist auch der Gesichtspunkt, daß gerade für die Untersuchung neuer Massen oft nur wenig Prüfgut zur Verfügung steht. Die Einzelheiten der Anordnung sind aus der Abb. 2 ersichtlich. Als Isolation der Meßelektrode dienten Bernstein, bei höheren Temperaturen keramische Teile oder Schiefer. Die äußere Halterung der spannungsführenden Elektrode gegenüber der mit der Brücke verbundenen, geschützten Elektrode erfolgte durch eine Hartpapierscheibe. Immerhin befriedigte die Anordnung nicht vollständig. Massen mit sehr großer Kontraktion zeigten in dem verhältnismäßig schmalen und tiefen Zwischenraum zwischen den Elektrodenplatten immer noch ein Losreißen vom Metall, wie sich aus starken Schwankungen der elektrischen Werte ergab.

a zur Brücke b Steatit c Hartpapier
d zum Hochspannungsanschluß

Abb. 2. Flacher Tauchkondensator für vergießbare Massen.

Nachgiebige Gefäße.

Als nächster Schritt zur Beherrschung der Prüfkörperschwierigkeiten wurde — gewissermaßen in Umkehr des eben geschilderten Verfahrens — die Elektrodenanordnung fest gewählt, dafür aber das Gefäß nachgiebig gestaltet. Der Vorteil besteht darin, daß nicht nur in einer Richtung ein Ausgleich der Kräfte stattfindet, sondern die Schwindung sich allseitig auswirken kann. Als geeignet erwiesen sich bei niedrigen Temperaturen Gefäße aus Gummi, das in Küvettenform geklebt wurde. Bei höheren Temperaturen konnten mit Erfolg Zellophan und Plexigum[5]) verwandt werden. Beide Stoffe bieten den Vorteil, daß sie durchsichtig sind, der Einbau der Anordnung also gut überwacht werden kann. Die Gefäße ließen sich im Laboratorium mit dem Klebemittel Cohesan leicht herstellen. Die Auswahl des Werkstoffes im einzelnen hängt noch vom Temperaturbereich und von der chemischen Aktivität des Prüfguts ab. Wurden z. B. chlorierte Naphthaline bei höheren Temperaturen untersucht, so erwies sich Plexigum als nicht geeignet. Auch Zellophan vergilbte unter Umständen. Die elastischen Gefäße, die zunächst nicht selbsttragend sind, werden in Glasgefäße eingehängt. Abb. 3 zeigt einen fertigen Prüfkörper, der nach dem Erstarren aus dem (rechts erkennbaren) nachgiebigen Gefäß herausgenommen ist. Um auf jeden Fall zu verhindern, daß die eigentliche Elektrodenanordnung der Schwindung Widerstand entgegensetzt, wurde in einigen Fällen die Anordnung auch noch federnd über dem nachgiebigen Gefäß aufgehängt. Ein Losreißen der Masse von den Elektroden scheint durch diese Anordnung wirklich vermieden zu sein. Das Vergießen der Massen erfolgte teilweise auch unter Vakuum, besonders in den Fällen, wo saubere Durchschlagsmessungen erzielt werden sollten. Die Versuchsergebnisse waren wesentlich gleichmäßiger als in der erst beschriebenen einfacheren Anordnung.

Abb. 3. Nachgiebiges Gefäß und Prüfkörper für vergießbare Massen.

Elektroden mit Innenkühlung.

Trotzdem blieb noch ein restliches Bedenken, das sich auf den Abkühlungsbereich als solchen und auf die end-

[5]) Erzeugnis der Firma Röhm & Haas, Darmstadt.

liche Ausdehnung der Meßfläche erstreckt. Um nicht nur gute Stofferfüllung zu gewährleisten, sondern auch den Abkühlungsvorgang besser zu beherrschen, wurde eine heiz- bzw. kühlbare Elektrode geschaffen. Abb. 4 läßt den Aufbau dieser Durchflußelektrode erkennen. Durch die Elektrode strömt dauernd Wasser oder Öl, dessen Temperatur mittels eines Thermostaten eingeregelt wer-

Messing

Abb. 4. Durchflußelektrode.

den kann. Wir verwendeten einen Ultrathermostaten nach Höppler[6]), der ohne weiteres eine Regelung auf zehntel Grade gestattete. Die flüssige Masse wurde vorsichtig so abgekühlt, daß sie zuerst in der Mitte der Elektrode fest wurde und sich erst ganz allmählich eine feste Zone über die ganze Elektrode hinweg ausbildete. Der feste Körper wächst gleichzeitig auch in die Tiefe und erreicht die Gegenelektrode ebenfalls in der Mitte. Schließlich ist der ganze Meßraum mit festem Stoff ausgefüllt, während die äußere Umgebung der Anordnung noch flüssig ist. Das ganze Gefäß ist in einen zweiten — gröber regelbaren — Thermostaten (Wärmeschrank) eingebaut, dessen Temperatur nur wenig unter den Erstarrungsbereich gesenkt wird. Ein derartiger Versuch bedingt natürlich erhebliche Zeit. Für das Durchlaufen des Abkühlungsbereichs werden je nach dessen Breite eine Stunde bis fast ein Tag gebraucht. Dafür dürfen aber die erwähnten Schwierigkeiten als überwunden gelten.

Versuchsergebnisse.

Mit den beschriebenen Anordnungen konnten gleichmäßige, wiederholbare Messungen durchgeführt werden, deren Werte nur noch in Grenzen schwankten, wie sie bei technischen Isolationsversuchen üblich sind. Das Verhalten der Massen ist trotzdem stark unterschiedlich, selbst die Stoffe, die äußerlich und den von den Herstellern gemachten Angaben nach ähnlich waren, stimmten in den Eigenschaften manchmal wenig überein. Einzelne Proben schäumten bei der Verflüssigung, andere zeigten Entmischungserscheinungen, bei wieder anderen destillierten gewisse Anteile sehr leicht ab, so daß der Körper sich veränderte. Auf diese Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden.

Als allgemein wichtiges Ergebnis sei herausgegriffen, daß Unstetigkeiten der DK und der Verluste beim Übergang von der festen zur flüssigen Phase oder umgekehrt nicht beobachtet wurden, während bei ungenügend vorbereitetem Versuchskörper leicht Derartiges vorgetäuscht wird. In Abb. 5 sind die Verlustmessungen an einer Paraffinsorte (Schmelzbereich 68 bis 72 °) wiedergegeben, die Meßspannung betrug 10 kV, die Frequenz 50 Hz. Der Phasenwechsel ist hier durch keine besondere Lage der Kurve ausgezeichnet. Das bekannte Minimum der Verluste befindet sich noch im festen Bereich. Rechnet man die dem spezifischen elektrischen Gleichstromwiderstand entsprechenden Verluste aus, so ergeben sich wesentlich kleinere Werte, als gemessen wurden. Es liegen also wirkliche dielektrische Verluste als Nachladeerscheinungen vor.

Durch die sorgfältige, auf Homogenität der Prüfkörper abzielende Behandlung werden die elektrischen Eigenschaften erheblich gegenüber dem Befund bei roheren Versuchen verbessert. Besonders deutlich zeigt sich dieser Unterschied bei der Durchschlagspannung, die beträchtlich ansteigt, wenn die Prüfkörper sauber vergossen und namentlich der Stoff unter dem Rezipienten entlüftet worden ist. W. Weber[7]) hat in interessanter Weise an Paraffinen mit besonderer Vorbereitung und äußerster Reinigung durch Filtration im Vakuum sehr hohe Werte der Durchschlagspannung (bis $5 \cdot 10^6$ V/cm) erzielt. Unsere Versuche lagen nicht in der Richtung der Züchtung von

$\cdot 10^{-3}$
tg δ
20
15
10
5
0
20
40
60
80°

Abb. 5. Verluste einer Paraffinsorte bei verschiedenen Temperaturen.

Höchstwerten, sondern galten, wie oben dargelegt, vor allem der praktischen Entwicklung von Prüfkörpern für Verlust- und DK-Bestimmung, aber auch bei uns ergaben sich ohne weiteres Durchschlagfestigkeiten an Paraffinen bis zu $1 \cdot 10^6$ V/cm (Effektivwert). Diese Werte wurden zwischen 5 mm-Kugeln erhalten; zwischen den Platten betrug die Durchschlagfestigkeit immerhin auch bis über $0{,}5 \cdot 10^6$ V/cm.

Zusammenfassung.

Durch besondere Verfahren lassen sich Prüfkörper herstellen, an denen elektrische Messungen der reinen Stoffeigenschaften in wiederholbarer Weise durchgeführt werden können. So werden der Verlustfaktor und die DK an Paraffinen in Abhängigkeit von der Temperatur ermittelt. Eine Unstetigkeit beim Übergang vom flüssigen in den festen Zustand konnte nicht beobachtet werden.

[6]) Höppler, Z. techn. Physik 14 (1933) S. 165.

[7]) W. Weber, Dissertation T. H. Hannover 1932

Auslese und Schulung der Konstrukteure der Elektroindustrie.

Von Dr.-Ing. E. h. Dipl.-Ing. **Karl Schnetzler VDE,** Mannheim.

621. 3. 002. 3 : 378

Übersicht. Der Aufsatz geht davon aus, daß heute keine die besonderen Konstrukteurbegabungen erfassende und entwickelnde Auslese bzw. Schulung stattfindet, und auf Grund einer Analyse der Begabung einerseits und der an den Konstrukteur zu stellenden Forderungen anderseits wird versucht, Wege aufzufinden, auf denen eine wirksamere Auslese und eine zweckmäßigere Schulung erreicht werden könnten. — Die sich dabei ergebenden Gedanken, Anregungen und Wünsche sind der Jubilarin, als einer Führerin auf dem Gebiet des technischen Erziehungswesens, zur freundlichen Aufnahme zugeeignet.

Den Anlaß zu den folgenden Überlegungen gaben zwei Feststellungen, von denen ich vermute, daß sie in gleicher oder ähnlicher Weise auch in anderen elektrotechnischen Werken als denen, die ich übersehe, gemacht werden könnten. Unter dieser Voraussetzung besteht ein allgemeines Interesse an der angeschnittenen Frage. Die beiden Feststellungen sind die folgenden:

Die Konstrukteure, die in der Elektroindustrie, vornehmlich in der Starkstromtechnik, beschäftigt sind, rekrutieren sich zum weit überwiegenden Teil aus den Absolventen der technischen Mittelschulen und nur zu einem geringen Hundertsatz aus den Diplomingenieuren.

Wenn auch die Entscheidung, ob Hochschul- oder Mittelschulstudium, in manchen Fällen gewiß schon mit Rücksicht auf größere Begabung oder Neigung zu mehr theoretisch-wissenschaftlicher oder mehr praktischer Tätigkeit erfolgt, und insofern die technischen Mittelschulen zweifellos mit Recht das größere Kontingent an Konstrukteuren stellen, so sind es doch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wirtschaftliche Überlegungen (die mit dem Hochschulstudium verbundene längere Ausbildungszeit und größeren Kosten), die die Wahl der Schule bedingen. Auch die Meinung, daß die akademische Laufbahn den Aufstieg zu leitenden Stellungen erleichtert, spielt eine Rolle.

Es drückt sich also in dem geringen Anteil der Diplomingenieure an den in den Konstruktionsbüros Tätigen eine offenbare Fehlleitung von Begabungen aus; denn niemand wird behaupten wollen, daß von Hause aus nur ein Bruchteil an Konstruktionsbegabung bei den späteren Diplomingenieuren vorhanden wäre. Daß die Begabungsfrage aber eine wichtige Rolle spielt oder spielen sollte, werden wir noch sehen. Diese Frage wird aber heute weder bei der Berufswahl noch beim Studium deutlich genug aufgeworfen. Das beweist auch die zweite der eingangs erwähnten Feststellungen. Wenn man nämlich bei Einstellung junger Elektroingenieure sich im besonderen nach ihrer Eignung zum Konstrukteur erkundigt, so erhält man nur in Ausnahmefällen eine bestimmte Antwort, vor allem bei Diplomingenieuren, und zwar bleibt die Antwort aus, ob man nun die Professoren oder die Ingenieure selbst danach fragt.

Um alle Mißdeutungen auszuschließen, sei ausdrücklich gesagt, daß m. E. die beiden Ausbildungsarten, technische Hoch- und technische Mittelschule, für die deutsche Industrie gleich notwendige Einrichtungen sind, und daß man wünschen muß, jede möge ihre Eigenart ausgeprägt weiterpflegen. Daß der Titel eines Diplomingenieurs zu keinem Werturteil führen darf, auch nicht beim Träger dieses Titels selbst, braucht in der heutigen, die falschen Standesunterschiede und Vorurteile energisch bekämpfenden Zeit kaum gesagt zu werden. Auch ist es eine unbestrittene Tatsache, daß die Entwicklung des Ingenieurs in der Praxis sehr oft den aus der technischen Mittelschule hervorgegangenen mit vollem Erfolg an Aufgaben stellt, die an sich dem Akademiker näher liegen, und umgekehrt. Die unvoreingenommene, den richtigen Mann an den richtigen Platz rückende Praxis macht glücklicherweise vieles gut und gleicht vieles aus, was durch eine nur schulmäßige Abstempelung verkehrt bliebe.

Die beiden eingangs erwähnten Feststellungen legen auch die Vermutung nahe, daß allgemein der Ausbildung zum Elektrokonstrukteur nicht die Aufmerksamkeit geschenkt wird, die in Anbetracht der außerordentlichen Bedeutung des Konstrukteurstandes notwendig wäre. Der Elektrokonstrukteur scheint mehr ein Nebenergebnis der Schulung (praktische Tätigkeit und Studium) zu sein als ein bewußt angestrebtes Ziel. Vielleicht als Folge dieser Gleichgültigkeit, vielleicht auch unabhängig davon aus anderen Gründen hat man sich daran gewöhnt, die Tätigkeit auf den Konstruktionsbüros der elektrotechnischen Fabriken nicht so einzuschätzen, wie sie es verdient, und der Drang jüngerer Ingenieure, voran der Diplomingenieure, geht vielmehr nach der Seite der Projektierung und Akquisition. Dieser Zustand ist weder für die Industrie noch für die Ingenieure selbst erwünscht.

Bei der Ausbildung der Maschinenbauingenieure liegen die Verhältnisse für konstruktive Schulung von Hause aus günstiger. Man sehe sich einmal einige Beispiele konstruktiver Aufgaben an, die dem Elektroingenieur gestellt werden, und man wird leichter verstehen, weshalb gerade in der Elektrotechnik der geschilderte Zustand sich herausbilden konnte. Bei einem Bahnmotor, einem Hochspannungstransformator, einem Gleichrichter, einer Steuermaschine oder einem Schnellregler, um nur einige Konstruktionen zu nennen, ist der Anteil der mechanischen und elektrischen bzw. physikalischen Probleme derart verschieden und die letzteren, wenigstens scheinbar, so überwiegend, daß man begreift, wie es in vielen Fällen zum Primat des Berechners vor dem Konstrukteur kommen konnte, oder um es schärfer auszudrücken, zur Führung durch den die physikalischen Zusammenhänge theoretisch und rechnerisch Beherrschenden vor dem „nur" für die mechanische Brauchbarkeit und Formgebung Verantwortlichen.

Wo aber dieses Verhältnis besteht, können keine wirklich guten Konstruktionen geschaffen werden oder, wenn schon, dann nur auf dem Umwege über fortgesetzte Änderungen und Verbesserungen. Die Kenntnis und das Verständnis der elektrotechnischen und physikalischen Probleme muß deshalb bei einem tüchtigen Elektrokonstrukteur so groß sein, daß diese Probleme nicht als isoliertes Objekt rechnerischer Behandlung durch den theoretischen Spezialisten neben der konstruktiven Bearbeitung bestehen, sondern vom Konstrukteur selbst in sein gefühlsmäßiges oder anschauliches Denken hineinbezogen werden. Anderseits ist es bestimmt falsch, wenn man glaubt, daß zur Lösung der in der Elektrotechnik sich darbietenden Konstruktionsaufgaben nicht ebenso wie im Maschinenbau ausgesprochene konstruktive Anlage und Schulung notwendig sind, und deshalb eine Lenkung und Entwicklung der vorhandenen Begabungen etwa nicht erforderlich wäre.

Von der Begabung, dem Talent muß man ausgehen; denn es ist auch beim Konstrukteur eine wesentliche Voraussetzung; man kann üben und dazulernen, aber eine ganz spezifische Veranlagung muß vorhanden sein. Es ist nicht ohne Reiz, sich die Elemente dieser Veranlagung einmal zu vergegenwärtigen. Obgleich sich eine solche Betrachtung auf den Konstrukteur überhaupt bezieht, ist sie doch geeignet, Wert und Eigenart auch der Elektrokonstrukteure aus dem Schatten, in dem sie jetzt stehen, in ein helleres Licht zu rücken. Ferner wird man dabei die Grenzen des Erlernbaren, aber auch die Stellen, wo die Schulung einzusetzen hat, erkennen können. Unter den primären Anlagen ist wohl das räumliche Vorstellungsver-

mögen an erster Stelle zu nennen. Es ist nicht erlernbar, aber zweifellos in ziemlich hohem Maße schulbar, wozu es aber keiner Hochschule und keiner Professoren bedarf. Jeder, der Freude an den körperlichen sichtbaren Dingen hat, kann sich, so oft er will, ihres dreidimensionalen Aufbaues bewußt werden und sich so im räumlichen Vorstellungvermögen üben. Neben das räumliche tritt das zeitliche Vorstellungsvermögen, das Festhalten und Verknüpfen zeitlicher Folgen von Raumbildern.

Damit kommt man schon nahe an eine weitere Anlage, über die ein guter Konstrukteur verfügen muß, nämlich die Fähigkeit, Ursache und Wirkung zunächst für mechanische Zusammenhänge zu begreifen.

Die Natur hat aber dem Menschen noch andere Fähigkeiten gegeben, die in diesem Zusammenhang wesentlich sind, nämlich Gefühl für mechanische oder maschinelle Funktionen und Gefühl für die dabei auftretenden Kräfte und Beanspruchungen. Das Wissen um die maschinellen Funktionen des eigenen Körpers ist die erste und tiefste Quelle von Begriffen, wie Gleichgewicht, Last und Kraft, Hebelarm, von statischen und dynamischen Zusammenhängen usw., und es ist keine Frage, daß besonders Begabten von dieser Seite ganz unbewußt ein außerordentliches Maß an Fähigkeit für gefühlsmäßige Einstellung zu den durch diese Begriffe bezeichneten Zuständen und Vorgängen zufließt. Wenn wir also vom Konstrukteur fordern, daß er neben der räumlichen Vorstellungskraft usw. auch ein „Gefühl“ für seine Aufgaben von Hause aus mitbringen muß, so ist das keine gedankenlose Redensart, sondern bezeichnet etwas durchaus mögliches und sehr Konkretes, aber auch etwas Begrenztes; denn das aus einem noch so fein ausgebildeten Körpergefühl kommende instinktive Wissen kann sich, um Beispiele zu nennen, nicht auf Rotationsbeanspruchungen, geschweige denn auf elektrische Vorgänge erstrecken. Trotzdem geht die Auswirkung des Gefühls über die zunächst von der Natur gezogenen Grenzen hinaus infolge eines Vorganges, den ich „Anlagerung“ von Erfahrungen oder Erlerntem nennen möchte, Anlagerung an das, was der geborene Konstrukteur, um einmal diesen Ausdruck zu gebrauchen, schon gefühlsmäßig beherrscht. Die Berechnung einer Welle z. B. ist vollkommen erlernbar, und auch jemand ohne jede konstruktive Begabung kann sie — im Besitz der richtigen Formeln — völlig richtig bemessen; und doch scheint mir ein grundlegender Unterschied zu bestehen, ob sich diese Bemessung auf den Rechnungsvorgang beschränkt oder ob die Beanspruchungsbilder, die rechnerisch ermittelt wurden, an das angeborene, aber starke Gefühl für Biegung, Torsion usw. anlagern, das der geborene Konstrukteur von Natur aus besitzt, und auf diese Weise, wenn man so will, entweder den theoretischen Erkenntnissen anschaulichen Charakter geben oder das Primitiv-Gefühlsmäßige veredeln. Diese Anlagerungsfähigkeit erscheint als eine wesentliche Forderung, die man an einen guten Konstrukteur stellen muß. Sie hilft sogar in Fällen, die zur unmittelbaren Anlagerung ungeeignet sind, z. B. wenn für elektrische Vorgänge brauchbare mechanische Bilder benutzt werden können; die Anlagerung wird dann mit dem „Bild“ vollzogen, und das gefühlsmäßige Eindringen in dieses dient dem Verständnis des elektrischen Vorganges.

Eine weitere Anlage muß der, der ein guter Konstrukteur werden will, mitbringen, nämlich das Bedürfnis nach Gestaltung. Nicht nur der dem Menschen eingeborene Erkenntnistrieb, auch ein anderer Grundtrieb, der ihn zwingt, sich mit seiner Umwelt handelnd auseinanderzusetzen, muß genügend stark sein und sich in der konstruktiven Gestaltungsmöglichkeit betätigen wollen.

Man ist versucht, in diesem Zusammenhang an den Bildhauer zu denken. Während aber das Schaffen bei diesem die Gestaltung einer künstlerischen Idee, eines aus künstlerischem Erleben erzeugten Bildes ist, muß beim Konstrukteur die Stellung einer Aufgabe vorangehen, also ein intellektueller Akt, ehe die der künstlerischen Gestaltung durchaus ähnliche Formgebung beginnen kann. Daher gehört zum vollendeten Konstrukteur als weitere Voraussetzung die Fähigkeit, sich Aufgaben zu stellen oder mindestens Probleme, die sich zeigen, als solche zu empfinden und durch sie angeregt zu werden. Dann setzt das Gestalten, die Formgebung ein als innige Wechselwirkung und ein Sichergänzen von „Schau“, „Berechnung“ und „Erfahrung“.

Es scheint, als hätten wir nunmehr den idealen Konstrukteur konstruiert, und doch fehlt zur Vollkommenheit noch etwas, das diesen mit allen Anlagen Gesegneten, mit allen Erfahrungen und allem theoretischen Wissen Ausgestatteten über die letzten Ergebnisse auf dem Gebiet der Materialforschung und -verformung Verfügenden instand setzt, zur Lösung seiner konstruktiven Probleme den besten, den sog. königlichen Weg zu finden, unter den vielen, die zum Ziele führen. Dieses Etwas läßt sich nicht definieren und nicht erlernen; es ist das Geheimnis, das das Talent zum Genie erhebt. Allein wir können nicht hinter allen Reißbrettern Genies brauchen — wo kämen wir damit hin! —, und darum soll von ihnen nicht weiter die Rede sein. Die Spanne, die aus dem mehr oder minder großen Besitz des einzelnen an primären Begabungen und aus den unterschiedlichen Fähigkeiten für Anlagerung des Erfahrungs- und Wissensstoffes entsteht, ist ohnehin schon weit genug und schafft die Abstufungen, die man auch im Konstruktionssaal nicht entbehren kann. Ein gewisses Mindestmaß der genannten Voraussetzungen sollte aber auch bei dem mit einfachen Arbeiten Beschäftigten vorhanden sein.

Es wäre nun ein Wort zu sagen über das, was der Elektrokonstrukteur an Erlernbarem sich aneignen sollte, teils in der Werkstattpraxis, teils auf der technischen Hoch- oder Mittelschule. Zunächst das, was jeder Konstrukteur braucht: gründliche Werkstoffkenntnis — eine der wichtigsten und intensivsten Anlagerungen —, weil für die Werkstoffeigenschaften über das Zahlenmäßige hinaus „Gefühl“ bestehen muß. Zur Kenntnis der Eigenschaften der Werkstoffe gehört auch die ihres Verhaltens bei Verformung, spanloser und spanabhebender, und der dazu erforderlichen Arbeitsvorgänge und Arbeitsmaschinen. Ebenso ist selbstverständlich die Beherrschung der Festigkeitsberechnungen der Maschinen, und zwar auf einer Grundlage, die die Anwendung des Erlernten bei neu auftretenden Problemen erlaubt. Ferner sollte der Konstrukteur Kenntnisse im mechanischen Meßwesen und im Werkzeugbau besitzen, auch muß er in der Gießerei, Modellschreinerei, Schweißerei und als Elektrokonstrukteur in der Wicklerei bewandert sein.

Die Werkstoffkenntnisse sind für den Elektrokonstrukteur im besonderen auf die elektrisch, dielektrisch und magnetisch beanspruchten Werkstoffe auszudehnen. Die Gesetze des magnetischen Kreises, des elektrischen Stromes und Feldes sollten ihm so gegenwärtig sein, daß er grundsätzlich wenigstens Maschinen und Transformatoren müßte rechnen und prüfen können. Man vergegenwärtige sich einmal den Aufbau eines neuzeitlichen Mehrwicklungs-Hochspannungstransformators mit zahlreichen Anzapfungen. Das Entstehen solcher hochgezüchteter Kunstwerke ist nur möglich, wenn der Konstrukteur, abgesehen von dem gerade hierfür unerläßlichen intensiven Raumgefühl, auch die physikalischen Vorgänge, wie Erwärmung, Ölströmung, Streuung, Beanspruchung der Isolierstoffe usw., gefühlsmäßig erfaßt. Erst recht ist dieses Vertrautsein nötig, wenn Störungen auftreten, deren Ursache oft nur der erkennen kann, der völlig in die verwickelten konstruktiv-physikalischen Zusammenhänge hineinsieht, sie gefühlsmäßig erlebt.

Da ich immer wieder auf das gefühlsmäßige Durchdringen des Erlernten und Errechneten zurückkomme, möchte ich, um nicht in den Verdacht zu geraten, als unterschätzte ich das letztere, an einem Bilde zeigen, wie ich mir beide Komponenten vorstelle. Der moderne Vollkonstrukteur, der über das ganze Rüstzeug verfügt, das

die Stoff- und Beanspruchungsforschung, die Verformungs- und Zerspanungslehre liefert und was die Hochschule sonst noch an Wissen vermittelt, kann mit einem Obstbaum verglichen werden, auf den durch Okulierung die wertvollste Obstsorte aufgepfropft wurde. Kraft und Saft kommen aus Wurzeln und Stamm, entsprechend den primären Anlagen zum produktiven Konstrukteur; das Treiben der Schößlinge, Zweige und Früchte ist die Analogie für den eingeborenen Gestaltungsdrang, aber Wert und Eigenart der Früchte werden bestimmt durch die okulierten Reiser, in die die Säfte aus Wurzel und Stamm einströmen.

Was oben in großen Zügen über das Erlernbare gesagt wurde, erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, noch weniger auf Neuheit. Dagegen muß ich jetzt auf ein Gebiet zu sprechen kommen, das der Mehrzahl der Ingenieure so gut wie unbekannt ist, dessen Kenntnis jedoch vor allem dem Konstrukteur nicht abgehen darf. Es ist die Auswirkung der Konstruktionen auf die Wirtschaftlichkeit der Werkstätten. Daß der Konstrukteur bei Neuentwürfen sich Rechenschaft über die voraussichtlichen Kosten seiner Konstruktionen ablegt und möglichst billig zu bauen sucht, ist selbstverständlich; wie sich aber Einführung neuer Konstruktionen oder Änderung vorhandener auf den Werkstättenbetrieb, auf Werkzeug- und Vorrichtungsbau, auf Lagerhaltung von Modellen, Werkzeugen und Normalteilen, auf Änderung der Arbeitsverfahren usw. auswirkt, das wird nur in den seltensten Fällen beachtet. Man sagt, Papier ist geduldig. Noch viel geduldiger sind unsere Werkstoffe, unsere Arbeitsmaschinen und Werkzeuge, unsere Arbeiter und Meister, denen man an schwierigen und neuen Konstruktionen fast Unbegrenztes zumuten kann. Im einzelnen Fall mag dies oft vertretbar erscheinen. Die Summenwirkung aber ist mitunter verheerend, untergräbt die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, zerstört die Terminhaltung und läßt eine wirklich zuverlässige Fabrikation nicht aufkommen. Ich habe den Eindruck, als ob die Verhältnisse gerade in der Elektroindustrie in dieser Hinsicht besonders ungünstig lägen, so daß man mitunter versucht ist, von einer Verwilderung zu sprechen. Hier müßte der Konstrukteur wie eine Schildwache vor der Werkstätte stehen und sich bei jedem Strich, den er zieht, über die letzten Auswirkungen in der angedeuteten Richtung Rechenschaft geben.

Es ist nicht die Absicht dieses kurzen Aufsatzes, bestimmt formulierte Vorschläge zu machen, wie eine bessere Auslese oder geeignetere Schulung zu erreichen wäre, sondern das Problem als solches zur Diskussion zu stellen. Zweifellos hat man auch in den Kreisen, die für die technische Schulung verantwortlich sind, schon eingehend über diese Fragen nachgedacht, und es ist auch nur von dort her ein entscheidendes Urteil über die vorhandenen Möglichkeiten zu erwarten[1]). Eines scheint jedenfalls klar: die Lehrpläne an den technischen Hoch- und Mittelschulen sind schon so angefüllt, daß etwa die Aufnahme weiterer Konstruktionsübungen zum Zwecke der systematischen Schulung und Entwicklung konstruktiver Fähigkeiten ausscheiden muß, wenn nicht anderes verkürzt werden sollte. Immerhin ließe sich denken, daß man in den bestehenden Konstruktionsübungen versucht, spezifische Begabungen festzustellen, indem man von Anfang an dafür sorgt, daß diese Konstruktionsübungen nicht als mehr oder weniger notwendiges Übel angesehen werden, das man fürs Examen braucht, sondern als die Ausübung einer Kunst. Ich könnte mir denken, daß sehr bald sich diejenigen, die sich zu dieser Kunst berufen fühlen, von jenen scheiden, die keine besonderen Bedürfnisse nach dieser Richtung haben, und damit wäre die Möglichkeit gegeben, den letzteren nur das Allernotwendigste an konstruktiver Schulung mitzugeben, sie also von Konstruktionsübungen weitgehend zu entlasten; den ersteren aber, allerdings auf Kosten anderer Ausbildung, mehr Zeit für Konstruktionsschulung zur Verfügung zu stellen. Ich übersehe keineswegs die Schwierigkeiten, die sich einem solchen Plane entgegenstellen, namentlich wenn man ihn so weit zu treiben versucht, daß die unterschiedlichen Begabungen für Maschinenkonstruieren einerseits und Apparatebau anderseits dabei berücksichtigt werden sollten. Das Ganze ist eine Frage der Professoren bzw. der Assistenten; denn nur wenn diese selbst Konstrukteure sind, könnte dieser pädagogische Versuch gelingen. Es würde sich also mehr um eine etwas andere Handhabung als um etwas grundsätzlich Neues handeln; denn was an Wissen, das der Konstrukteur braucht, an den Schulen vermittelt wird, steht auf einer solchen Höhe — ich darf gerade auf die Jubilarin, der dieses Heft gilt, und auf die außerordentlichen Anregungen, die z. B. von ihrer Materialprüfungsanstalt ausstrahlen, hinweisen —, daß in dieser Richtung nichts zu wünschen bleibt.

Ich habe bei der Besprechung von Konstruktionsübungen diese ausdrücklich als „Kunst“ bezeichnet, weil es als ein Unglück angesehen werden müßte, wenn die erhoffte individualisierende Ausgestaltung dieser Übungen die Form eines psychotechnischen Eindrillens anstatt der Pflege schöpferischen Gestaltens annehmen würde. Mag man das Konstruieren noch so weit von der Tätigkeit des bildenden Künstlers absetzen und sich der großen Spanne, die innerhalb der Konstruktionstätigkeit selbst zwischen den einfachsten und schwierigsten Problemstellungen besteht, bewußt bleiben, eine letzte Verwandtschaft mit der bildenden Kunst ist nicht zu leugnen, und darauf muß bei der Schulung geachtet werden. Gegen die psychotechnischen Verfahren, soweit sie zur Erkennung von Anlagen dienen, soll damit nichts gesagt sein; man möge nur diese Wünschelrute nicht mißbrauchen. Ob und mit welchem Erfolge sie tatsächlich schon zur Auffindung der unterirdisch strömenden Konstruktionsbegabung angewandt wurde, ist mir nicht bekannt.

Diejenigen Kenntnisse, die nur in der Werkstattpraxis erworben werden können, verlangen zweifellos eine längere als nur eine einjährige praktische Tätigkeit. Zwei Jahre erscheinen als das mindeste. Damit würden auch die Grundlagen geschaffen, auf denen die Erziehung zu dem als dringend nötig bezeichneten wirtschaftlichen Denken, das durchaus erlernbar ist, durchgeführt werden könnte. Es ist nicht einmal ein erheblicher Zeitaufwand hierzu notwendig; kein besonderes Kolleg braucht gelesen zu werden, aber es müßte möglichst oft den Studierenden als „ceterum censeo“ eingeprägt werden, daß die Konstruktion nicht Selbstzweck sein kann, sondern ihre letzte Berechtigung erst durch die wirtschaftlichen Auswirkungen erhält und durch das Gedeihen der Werkstätten, in denen sie ausgeführt wird. Es handelt sich hier viel weniger um die Vermittlung besonderer Kenntnisse als um die Schärfung des Gewissens, und es bezieht sich keineswegs nur auf die Konstrukteure, sondern gilt für alle Ingenieure in der Elektrotechnik, gleichgültig ob sie später konstruieren, rechnen, projektieren, verkaufen oder in der Elektrizitätswirtschaft tätig sind; denn die Verwahrlosung, die in der Richtung des Sichverantwortlichfühlens für wirtschaftliche Endauswirkungen besteht, beschränkt sich keineswegs nur auf die Fabriken, sondern zeigt sich vielfach auch in den herrschenden Marktverhältnissen.

Betrachten wir das bisherige Ergebnis dieser Überlegungen, so hat sich aus ihnen wenigstens in großen Umrissen ein Bild des Elektrokonstrukteurs ergeben, wie ihn die Industrie aus den Händen der Schule empfangen möchte. Es darf dies aber nicht als Kritik an den heute in den Konstruktionsbüros Tätigen aufgefaßt werden. Hier konnte jahrelange Erziehung und Entwicklung durch den Beruf selbst nachholen, was in der vorausgegangenen Schulung noch lückenhaft geblieben war, und echte Begabungen fanden schließlich auch ihr Betätigungsfeld. Aber es wurde dabei nicht aus dem Vollen geschöpft, und vieles blieb auch für die Ingenieure unbefriedigend.

Wenn man aus dem Titel dieses Aufsatzes „Auslese“ und „Schulung“ ableiten wollte, daß Mittel vorgeschlagen

[1]) Siehe z. B. die ausgezeichneten Ausführungen Prof. Dr. Thums in der von der T. H. Darmstadt herausgegebenen Jubiläumsschrift zu dem Thema: „Technik, technische Hochschule und Ingenieurausbildung.“

werden sollten, um möglichst brauchbare Konstrukteure „herzustellen“, so verkennt man seine tiefere Absicht oder sieht das Problem nur von einer Seite. Das Optimum vom Standpunkt der Industrie aus gesehen wird nur dann erreicht, wenn es sich gleichzeitig auch als Optimum für den Ingenieur erweist. Daß eine durch überlegtere Schulung und bessere Auslese gesteigerte Leistungsfähigkeit der Konstrukteure die Industrie in den Stand setzt, im einzelnen besser zu bezahlen, ist selbstverständlich. Das wird sich nicht von heute auf morgen abspielen, und Qualitätsunterschiede können und dürfen nicht verschwinden, aber die Ersparnisse, die durch gute und namentlich durch wirtschaftlich denkende Konstrukteure gemacht werden können, sind so groß, daß das Bestreben zur Erleichterung des Vorankommens sich durchsetzen muß.

Die vielseitigere und in sich abgewogenere Ausbildung, besonders ihre Ergänzung in der Richtung der Fertigung und der Wirtschaftlichkeit, wird im Gegensatz zum heutigen Zustand dem Konstrukteur auch die Türe öffnen, um sich auf anderen Gebieten der Industrie betätigen zu können. Damit wäre eines der wesentlichsten Hindernisse beseitigt, das namentlich solche jungen Menschen, die ihre Entwicklungsmöglichkeiten noch nicht voll überschauen, an dem Einschlagen der Konstrukteurlaufbahn verhindert.

Man braucht nicht zu befürchten, daß dadurch eine zu große Unruhe in die Konstruktionssäle getragen wird, ein Kommen und Gehen, das sich mit den Aufgaben der Konstruktionsabteilung schlecht vertrüge, denn man darf vertrauen, daß, wenn der Konstrukteurberuf einmal richtig erkannt und gewürdigt wird, sich die Begabungen zu ihm drängen und ihm treu bleiben werden. Dann setzt auch die wirksame Auslese ein, die zum großen Teil eine Selbstauslese sein wird. Die richtige Würdigung des Konstrukteurberufs muß aber mindestens ebensosehr vom Konstrukteur selbst herkommen wie von seiner Umwelt. Es scheint mir nun, daß gerade in diesem Berufszweig die Voraussetzungen für Berufsfreude und Berufsstolz besonders günstige sind. Das schöpferische Element, das in der guten Lösung auch der bescheidensten konstruktiven Aufgaben enthalten ist, die formende Tätigkeit der zeichnenden Hand, die Sichtbarkeit des Geschaffenen zunächst auf dem Reißbrett, dann die Gestaltwerdung aus greifbarem Stoff und dessen Lebendigwerden in der organisierten Form, die als selbständige Individualität ihrem Erzeuger gegenübertritt — das alles sind so lebendige, so wechselvolle und mit Spannungen durchsetzte Vorgänge, daß man die, die mitbestimmend und mitschaffend in sie eingeschaltet sind, beneiden muß.

Die Forderung „Kraft durch Freude“ ist ausgezeichnet vor allem, wenn es sich dabei um die Freude am Beruf und in ihm handelt. Die vielfach verschütteten Quellen solcher Freude, die Freude am eigenen, wenn auch noch so bescheidenen handwerklichen Können wieder freizulegen, ist eine schöne und dankbare Aufgabe, deren Wichtigkeit gar nicht überschätzt werden kann. Möchten darum alle, die mit dem werdenden oder fertigen Konstrukteur zu tun haben, sei es als Lehrer, als Vorgesetzte oder als Ingenieurkollegen, wohl die höchsten Anforderungen an ihn stellen, aber ihm dann auch die Anerkennung des Geleisteten nicht versagen, vor allem jedoch Interesse für seine Arbeiten zeigen. Den Konstrukteur aber möge die Freude am eigenen Können und der Stolz auf seinen Beruf schließlich nicht zu Überheblichkeit verleiten, sondern nur dazu, höchste Forderungen an sich selbst zu stellen, damit er den ihm durch Anlage und Schicksal innerhalb der Volksgemeinschaft zugewiesenen Platz nach bestem Vermögen ausfüllt.

Man sieht, die Aufgabe „Auslese und Schulung der Konstrukteure der Elektroindustrie“ ist nicht von einer Seite allein angreifbar und nicht von heute auf morgen zu lösen. Denn sie ist verflochten mit wirtschaftlichen, sozialen und rein menschlichen Problemen, die weit über den Rahmen hinausreichen, den sich diese Betrachtung gezogen hat.

Dies sollte uns aber nicht abschrecken, sondern anspornen; denn Erfolge, die wir auf dem begrenzten Gebiet erreichen, wirken, wenn nur die größeren Zusammenhänge dabei nicht aus dem Auge gelassen wurden, befruchtend auf einen viel weiteren Umkreis.

Zusammenfassung.

Die derzeitige Ausbildung der Elektroingenieure und ein vielfach bei diesen selbst bestehendes Vorurteil hindert den freien Zustrom aller spezifischen Konstrukteurbegabungen zu diesem Berufszweig und hemmt somit die Auslese. — Die in der Begabung liegenden notwendigen Voraussetzungen für Konstrukteurtätigkeit werden untersucht und der Begriff der „Anlagerung“ des Erlernbaren an das primär an konstruktivem Gefühl Vorhandene erläutert. Der Umfang dessen, was an Schulung nötig ist, wird über das allgemein Bekannte hinaus durch die Forderung gründlicherer Werkstattausbildung und die Forderung der Pflege wirtschaftlichen Verantwortlichkeitsbewußtseins ergänzt. Jedoch wird eine völlig befriedigende Lösung der gestellten Fragen davon abhängig gemacht, daß die auch in der Tätigkeit des Elektrokonstrukteurs reichlich vorhandenen Möglichkeiten zu Berufsfreude und Berufsstolz erkannt und ausgenutzt werden.

Schaltungen zur Verbesserung des schlechten Wirkungsgrades von Großrundfunksendern.

Von **Hans Harbich VDE**, Berlin.

621. 396. 712. 004. 15

Übersicht. Wegen des schlechten Wirkungsgrades der Rundfunksender wurde mit der Steigerung der Antennenleistung ihre Wirtschaftlichkeit zu einer wichtigen Frage. Es soll gezeigt werden, welche Wege die Rundfunktechnik in verschiedenen Ländern gegangen ist, um den Wirkungsgrad zu erhöhen.

Die Großrundfunksender von 100 kW Antennenleistung benötigen bei den bisher üblichen Modulationsverfahren einen Leistungsaufwand des Netzes von rd. 500 kW. Da die Sender etwa 18 h täglich in Betrieb sind, so gibt dies bei einem Strompreis von 5 Rpf für 1 kWh einen Jahresstrompreis von 165 000 RM für den Sender und rd. 1 500 000 Reichsmark für neun Großsender. Es ist erklärlich, daß man sich in der Funktechnik die Aufgabe stellte, den Wirkungsgrad der Sender zu verbessern, um diese hohen Stromkosten zu verringern.

Bei den Großsendern wurde bisher eines der gebräuchlichen Modulationsverfahren in einer der Vorstufen verwendet, da man hier die Modulation in der Endstufe nicht beherrschte. Die Senderendstufe arbeitete dann lediglich als Hochfrequenzverstärker. Um eine möglichst hohe Leistung zu erzielen, kam nur der Betrieb als B- oder C-Verstärker in Frage, d. h. der Arbeitspunkt liegt am unteren Knick, bzw. weit unterhalb dieses Knicks der Röhrenkennlinie. Wegen der Vermeidung von Oberwellen, besonders aber um nichtlineare Verzerrungen der Modulation zu vermeiden, wurde der B-Betrieb verwendet. Ganz unabhängig davon, welches Modulationsverfahren hierbei Anwendung findet, ergibt sich bei 100 kW Antennenleistung eine erforderliche Gleichstromleistung der Senderendstufe von etwa 300 kW. Die aufzuwendende Netzleistung ist dann bei den heute üblichen Eisen-Quecksilber-Gleichrich-

tern etwa 350 kW. Da diese Leistung erfahrungsgemäß etwa 70 % des Gesamtaufwands an Netzleistung für den Sender beträgt, ist die Gesamtnetzleistung heute mit 500 kW anzunehmen. Der Gesamtwirkungsgrad unserer heutigen Großrundfunksender beträgt also nur 20 %.

B-Modulation.

Wird die Endstufe nur als Verstärker verwendet wie bisher, dann ist das Verhältnis e des Höchstwertes der Anodenwechselspannung zur Anodengleichspannung von dem jeweiligen Modulationsvorgang abhängig und schwankt demnach zwischen sehr kleinen Werten und nahezu Eins. Dadurch wird nicht nur die Ausnutzung der Endröhren, sondern auch der Wirkungsgrad stark herabgesetzt. Man hat daher auf die altbekannte Anodenspannungsmodulation zurückgegriffen, die in der Endstufe angewendet wird. Da hier während des ganzen Modulationsvorgangs im überspannten Zustande der Röhre gearbeitet werden kann, ist das Spannungsverhältnis konstant, angenähert Eins. Die Modulationsleistung beträgt aber bei dieser Modulationsart nahezu 70 % der Trägerleistung bei einem Modulationsgrad von 100 %. Es kommt also darauf an, den Niederfrequenzverstärker, der die erforderliche Modulationsleistung liefert, mit gutem Wirkungsgrad auszustatten, wenn man den Vorteil dieser Modulationsart in der Endstufe ausnutzen will. Um dies zu erreichen, wird der Niederfrequenzverstärker nicht wie bisher als A-Verstärher, sondern als B-Verstärker in Gegentaktschaltung betrieben. Man nennt das Verfahren B-Modulation.

Hierbei ergeben sich folgende Leistungsverhältnisse: Die im überspannten Zustande arbeitenden Endröhren geben ein Verhältnis $e \approx 1$ und erfordern etwa 130 kW für 100 kW Trägerleistung in der Antenne. Die bei einem mittleren Modulationsgrad von 20 % erforderliche Modulationsgleichstromleistung beträgt etwa 30 kW. Die gesamte Anodengleichstromleistung der Endstufe ist demnach 160 kW oder die Netzleistung 180 kW, gegenüber den errechneten 350 kW bei den bisherigen Modulationsverfahren. Man hat also 170 kW Netzleistung bei der B-Modulation gespart, wenn man annimmt, daß der übrige Stromverbrauch von 150 kW derselbe ist wie vorher. Die gesamte Netzleistung beträgt demnach 330 kW.

Die Annahme, daß die übrigen 150 kW für beide Modulationsarten gleich sind, trifft nicht ganz zu, da bei der B-Modulation der gesamte Röhrenaufwand an Nennleistung wesentlich kleiner ist als bei der Modulation in einer Vorstufe, und zwar etwa 0,7. Es ist daher auch der Aufwand an Heizleistung bei der B-Modulation kleiner, so daß also die errechneten 170 kW ersparte Netzleistung eher zu tief als zu hoch gegriffen sind.

Die B-Modulation hat sich besonders in Deutschland und in Amerika mit Erfolg eingeführt. Der neue 150 kW-Deutschlandsender erhält diese Modulation.

Trägersteuerung.

Bei diesem Verfahren, das auch nach den Erfindern (Harbich, Pungs, Gerth) Hapugschaltung genannt wird, will man eine Leistungsersparnis dadurch erreichen, daß man die Trägerleistung der jeweiligen Lautstärke anpaßt, so daß unabhängig von der „Dynamik" der Sendung mit einem gleichbleibenden, hohen Modulationsgrad gearbeitet wird. Die Trägerleistung fällt mit kleiner werdender Dynamik und steigt mit großer Dynamik. In Pausen würde dementsprechend die Trägerleistung ganz auf Null gehen. Da die Dynamik wie 1 : 50 schwankt, und der Mittelwert etwa mit 10 angenommen werden kann, wenn mit 50 der Höchstwert gekennzeichnet ist, ersieht man, daß auf diese Weise eine große Leistungsersparnis möglich wäre.

Die volle Ausnutzung dieses Verfahrens ist aber nicht möglich, da bei Empfängern mit quadratischer Gleichrichtung nichtlineare und Dynamikverzerrungen auftreten. Wenn auch diese Empfänger immer mehr durch linear gleichrichtende Empfänger verdrängt werden, so müssen sie doch noch berücksichtigt werden. Viele eingehende Versuche haben gezeigt, daß das Verfahren aber anwendbar ist, wenn man den Trägerstrom nicht weiter als auf 60 % mit fallender Dynamik herabsetzt. Man erreicht dann eine Leistungsersparnis von etwa 120 kW.

Dieses Verfahren kann ohne weiteres auch bei der B-Modulation oder bei der im folgenden behandelten Chireix-Modulation zusätzlich verwendet werden, so daß man eine weitere Ersparnis erreichen kann. Die heute verwendeten gittergesteuerten Gleichrichter erlauben ohne weiteres die Steuerung der Anodengleichspannung der Endstufe und sonach der Trägerleistung.

Die Trägersteuerung wird zur Zeit am Leipziger Sender erprobt, nachdem sie schon vorher in Beromünster angewandt worden war.

Chireix-Modulation.

Das Modulationsverfahren wird nach Chireix, der es bei den Großsendern Luxemburg und Paris eingeführt hat, benannt. Das grundlegende Patent ist schon Jahre vorher an die deutschen Erfinder Massolle, Vogt und Engel erteilt worden. Das Verfahren besteht in der Umwandlung der Phasenmodulation in Amplitudenmodulation. Von einem Steuersender werden zwei in der Phase entgegengesetzt modulierte Hochfrequenzverstärker gespeist, die gemeinsam die Antenne erregen, wo demnach die Phasenmodulation bei richtiger Anordnung in Amplitudenmodulation umgesetzt wird. Wir haben es demnach mit zwei Hochfrequenzverstärkern zu tun, die gleichbleibende Amplituden abgeben, also ohne weiteres übergespannt arbeiten können und ein Verhältnis $e \approx 1$ geben. Theoretisch müßte man eine noch höhere Leistungsersparnis als bei der B-Modulation erhalten, da hier kein großer Niederfrequenzverstärker erforderlich ist. Aber infolge gegenseitiger Beeinflussung beider Sender tritt eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ein, die den Wirkungsgrad verschlechtert. Es ergibt sich demnach keine größere Leistungsersparnis als bei der B-Modulation, besonders wenn man bedenkt, daß der Röhrenaufwand und sonach auch die Röhrenheizleistung größer als bei der B-Modulation ist.

Diese Modulation hat sich bisher noch in keinem anderen Lande eingeführt, wohl weil der Aufbau recht verwickelt ist und nichtlineare Verzerrungen zu befürchten sind.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, hat die Technik eine Reihe von Möglichkeiten gefunden, um den Betrieb der Rundfunk-Großsender wirtschaftlicher zu gestalten. Daß man erst jetzt und mit großer Vorsicht daran geht, diese Möglichkeiten auszunutzen, liegt daran, daß man selbstverständlich die Güte der Wiedergabe über die Wirtschaftlichkeit stellte und erst nach vielen in dieser Hinsicht beruhigenden Versuchen die neuen Schaltungen anwendet. Für Deutschland kommt nur die B-Modulation oder die Trägersteuerung in Frage. Während die erstere eine größere Ersparnis gibt, hat die letztere den großen Vorteil, daß sie nachträglich eingebaut werden kann, was bei der B-Modulation nicht der Fall ist.

Zusammenfassung.

In Deutschland und Amerika wird der Wirkungsgrad der Großrundfunksender durch die Anodenspannungsmodulation der Endstufe in Verbindung mit dem B-Modulationsverstärker erhöht. Außerdem hat man in Deutschland noch die Hapugschaltung entwickelt, bei der der Trägerstrom mit der Baustärke geändert wird (Trägersteuerung), wodurch überflüssige Trägerleistung gespart wird.

In Frankreich hat Chireix ein Modulationsverfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eingeführt, bei dem die entgegenwirkende Phasenmodulation zweier Sender in Amplitudenmodulation umgesetzt wird.

Bei den verschiedenen Verfahren wird angegeben, wie weit sie den Wirkungsgrad verbessern.

Wahl des Einschaltaugenblickes bei Sicherungsversuchen mit Wechselspannung.

Von O. Schwenk VDE, Frankfurt a. M.

621. 316. 923. 1. 001. 4

Übersicht. Die Untersuchung von Sicherungen bei Wechselstrom macht Einrichtungen zur Wahl des Einschaltaugenblickes erforderlich. Eine Einrichtung wird beschrieben, bei der die Eigenschaft gasgefüllter Röhren (Iontron) benutzt wird, bei Anlegen einer negativen Gitterspannung nach dem Nulldurchgang nicht mehr zu zünden.

In den KPI[1]) ist vorgesehen, daß Sicherungspatronen mit Gleichspannung geprüft werden sollen (§ 51). Dabei ist als Stromquelle eine Akkumulatorenbatterie von mindestens 1000 Ah bei einstündiger Entladung zu verwenden. Mit einer Batterie der angegebenen Größe dürfte sich bei 500 V und metallischem Kurzschluß eine Stromstärke von etwa 7500 A erreichen lassen. Für die Prüfung von Sicherungen höheren Nennstromes (von etwa 200 A ab) sowie für höheren möglichen Kurzschlußstrom muß dann entweder ein Gleichrichter entsprechender Leistung oder Wechselstrom benutzt werden.

Bei Wechselstrom ist nun die Beanspruchung der Sicherungen sehr abhängig davon, zu welchem Phasenpunkt der Spannung die Einschaltung des Kurzschlusses erfolgt, oder richtiger, zu welchem Phasenpunkt der Wechselspannung der Schmelzleiter der Sicherung durchgeschmolzen ist. Die Zeit vom Beginn des Kurzschlusses bis zum Durchschmelzen des Schmelzleiters sei wie üblich mit Schmelzzeit und die daran anschließende Zeit bis zur erfolgten Löschung mit Lichtbogenzeit bezeichnet. Für Sicherungen gleicher Bauart und gleichen Nennstromes ist die Schmelzzeit praktisch gleich, vorausgesetzt, daß die Einleitung des Kurzschlusses im gleichen Zeitpunkt der Wechselspannung vorgenommen wird. Sollen aber Sicherungen verschiedener Herkunft, Bauart oder verschiedenen Nennstromes miteinander verglichen werden, so muß eine Einrichtung vorhanden sein, die gestattet, den Phasenpunkt mit einiger Genauigkeit im voraus festzulegen. Erst dann lassen sich vergleichbare Versuche durchführen. Die Untersuchungen werden unabhängig von Zufälligkeiten, da jeder Versuch unter gleichen Bedingungen erfolgt. Die Zahl der Prüflinge kann daher wesentlich geringer sein.

Die Zufälligkeiten bei der Sicherungsprüfung mit Wechselstrom zeigt Abb. 1. Hier sind vier Versuche mit Sicherungen derselben Bauart von 350 A Nennstrom bei einem möglichen Kurzschlußstrom von 35 kA durchgeführt worden. Die den einzelnen Versuchen zugeordneten Phasenpunkte enthält die Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Versuch:	Einschaltaugenblick nach dem Nulldurchgang der Spannung	Schmelzzeit t_s	Lichtbogenzeit t_l	erreichte Stromspitze
	elektrische Grade	elektr. Grade	elektr. Grade	kA
a	0	50	150	28,0
b	20	29	150	29,2
c	95	25	56	15,7
d	120	29	39	13,4

Bei Versuch *a* und *b* wurden die Sicherungen zerstört. Das Oszillogramm enthält sichtbar diesen Befund, da es durch den Lichtbogen der Sicherung überlichtet wurde.

Bedeutung hat die Phasenpunktwahl naturgemäß nur dann, wenn Schmelz- und Lichtbogenzeit kleiner als etwa 2 Halbwellen sind. Sinngemäß findet sie auch bei der Untersuchung von Wechselstromschaltgeräten mit geringer Eigenzeit oder von Wechselstrom-Hochspannungssicherungen Anwendung.

Einrichtungen zur Wahl des Phasenpunktes machen meist von synchron mit der Versuchswechselspannung umlaufenden Schaltgeräten Gebrauch. Da derartige Einrichtungen reichlich umständlich werden und es bei der hohen Drehzahl nicht einfach ist, Kontaktvorrichtungen zu bauen, die sicher in einem bestimmten Zeitpunkt die Schaltung ohne Versager bewirken, wurde für die Laboratorien der Voigt & Haeffner AG. eine Einrichtung entwickelt, bei der der Einschaltpunkt für den Kurzschluß durch eine gasgefüllte Röhre (Iontron) gesteuert wird. Derartige Röhren haben die Eigenschaft, bei vollwegig gleichgerichtetem Wechselstrom in jeder Halbwelle nur dann zu zünden, wenn keine negative Spannung am Gitter liegt. Eine einmal gezündete Halbwelle wird ungeschwächt zu Ende geführt, auch wenn vor dem nächsten Nulldurchgang bereits negative Gitterspannung angelegt wird. Erst im nächsten Nulldurchgang erlischt die Röhre. Diese Eigenart der Röhre wird benutzt, um den Schaltvorgang immer im Nulldurchgang der Spannung einzuleiten, wobei die Wahl des Einschaltaugenblicks durch die Änderung der Eigenzeit der Zwischenglieder erfolgt.

Abb. 1. Kurzschlußversuche mit Sicherungen bei verschiedener Wahl des Einschaltaugenblickes. Der Einschaltaugenblick für die Versuche a bis d ist aus Zahlentafel 1 zu ersehen.

Die Schaltung gibt Abb. 2 wieder. Vom Transformator T wird der Trockengleichrichter Gl_A gespeist. Der pulsierende Gleichstrom fließt über einen Widerstand R_A und das Relais R zur Anode der Röhre J. Der parallel zum Relais liegende Kondensator dient zur Aufhebung der

[1]) VDE 0610/1935 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial."

Phasenverschiebung. Vom Transformator T wird ferner die Kathodenheizung entnommen und der Trockengleichrichter Gl_G für die Gitterspannung gespeist. Im Schaltbild ist der Augenblick dargestellt, in dem die Röhre noch Strom durchläßt. Wird jetzt durch Betätigung des Druck-

J gasgefüllte Röhre
R Relais im Anodenkreis
Gl_A bzw. Gl_G Trockengleichrichter
T Transformator
F Auslösespule des Kurzschließers K

Abb. 2. Schaltung der Einrichtung zur Wahl des Einschaltaugenblickes bei Kurzschlußversuchen mit Wechselspannung.

knopfes D der negative Pol des Gittergleichrichters über den Gitterwiderstand R_G an die Röhre gelegt, so erlischt die Röhre beim nächsten Nulldurchgang der Spannung. Das Relais R fällt ab und schließt den Stromkreis für die Auslösespule F des Kurzschließers K. Bei der Betätigung des Druckknopfes wird gleichzeitig der Oszillograph, mit dem die Strom- und Spannungswerte des Sicherungsversuches aufgezeichnet werden, in Gang gesetzt. Die Streuung der Eigenzeit des Relais R und des Fremdstromauslösers F wurde durch geeignete Maßnahmen auf ein Mindestmaß gebracht. Die Wahl des Einschaltaugenblickes erfolgt durch Veränderung der Eigenzeit des Relais R, indem sein Schaltweg d geändert wird.

(Buchstabenerklärung s. Abb. 2)

Abb. 3. Einrichtung zur Wahl des Einschaltaugenblickes bei Kurzschlußversuchen mit Wechselspannung.

Abb. 3 läßt den Aufbau der Einrichtung erkennen. Die Genauigkeit, mit der die Einrichtung arbeitet, ist genügend groß. Bei acht Versuchen betrug z. B. die mittlere Abweichung $\pm$ 6 elektrische Grade, entsprechend $\pm$ 0,3 ms bei 50 Hz.

Zusammenfassung.

Um den Einschaltaugenblick bei Kurzschlußversuchen mit Wechselspannung festzulegen, kann die beschriebene Schalteinrichtung benutzt werden. Sie macht von einer gasgefüllten Röhre Gebrauch, die bei vollwegig gleichgerichtetem Wechselstrom in jeder Halbwelle nur dann zündet, wenn keine negative Spannung am Gitter liegt. Die Steuerung des Einschaltaugenblickes erfolgt nun so, daß die negative Spannung an das Gitter gelegt wird, wodurch im nächsten Nulldurchgang die Röhre erlischt. Die Veränderung des Einschaltaugenblickes wird dabei durch Änderung der Eigenzeit des im Anodenstrom liegenden Relais bewirkt. Die Einrichtung ist übersichtlich im Aufbau und beansprucht geringen Platz. Die Genauigkeit ist für praktische Fälle genügend groß.

Einiges über die Entwicklung des Isolationsmessers.

Von Dr.-Ing. **E. Blamberg VDE**, Frankfurt a. M.

621. 317. 735.

Übersicht. Das allgemeine Ziel bei der Weiterentwicklung der Isolationsmesser in den letzten zehn Jahren war 1. die Meßgenauigkeit zu steigern, 2. die räumlichen Abmessungen handlicher zu gestalten, 3. die Bedienung wesentlich bequemer zu machen. Der Weg der Entwicklung dieser Geräte wird aufgezeigt.

Wie in fast jedem Zweig der Meßtechnik sind auch bei der Isolationsmessung die Ansprüche an die Meßgenauigkeit immer mehr gewachsen. Die Isolationsmesser haben sich infolgedessen aus verhältnismäßig primitiven Prüfgeräten zu Präzisionsmeßgeräten entwickelt. Als Prüfspannung wird ausschließlich Gleichspannung verwendet. Im In- und Ausland bürgert sich eine Meßspannung von 500 V immer mehr ein. Der VDE schreibt zwar nur eine Mindestspannung von 100 V bei der Messung in Starkstromanlagen vor, aber es gibt wohl keine Isolation, die in einwandfreiem Zustand nicht 500 V aushielte, und bei 500 V findet man einen Fehler natürlich leichter als bei 100 V. Man muß sich jedoch vor der Vorstellung hüten, daß man mit einem Isolationsmesser einen Fehler „ausbrennen" könne; dazu gehört eine um das Vielfache größere Leistung, als sie die Stromquelle eines Isolationsmessers hergibt.

An die Spannungsquelle ist weiter die Forderung zu stellen, daß Spitzen, die unter Umständen in der Spannungskurve vorhanden sind, nicht mehr als etwa 20 % über dem arithmetischen Mittelwert der Gleichspannung liegen, damit keine unnötige Beanspruchung der Isolation auftritt. Vom Anzeigeinstrument verlangt man rasche und sichere Zeigereinstellung und möglichste Unabhängigkeit der Anzeige von der Art der Bedienung der Meßspannungsquelle.

Bis in die letzte Zeit wurde in Deutschland als Meßspannungsquelle ausschließlich der Kurbelinduktor und als Anzeigegerät ein Drehspulmeßwerk benutzt. Das ganze ist mit den nötigen Abgleichwiderständen in einem Holzkasten oder auch in einem Blechgehäuse zusammengebaut.

Die Prinzipschaltung eines solchen Isolationsmessers zeigt Abb. 1. Der Anker des Kurbelinduktors K, ein Vorwiderstand R_v, das Drehspulmeßwerk D und der zu messende Isolationswiderstand R_x sind hintereinandergeschaltet. Die Meßwerkskala ist in Ohm geteilt. Die Eichung stimmt natürlich nur bei einer bestimmten konstanten

K Kurbelinduktor
R_x Isolationswiderstand
R_v Vorwiderstand
D Drehspulmeßwerk
U Induktorspannung
T Prüftaste

Abb. 1. Schaltung eines Isolationsmessers mit Kurbelinduktor und Drehspulmeßwerk.

Induktorspannung U. Um festzustellen, ob diese vorhanden ist, ist bei den Geräten meistens eine Prüftaste T angeordnet, die beispielsweise die R_x-Klemmen kurzschließt. Man muß nun bei gedrückter Prüftaste die Induktorkurbel gerade so schnell drehen, daß der Instrumentzeiger auf 0 Ω zeigt. Dann läßt man die Prüftaste los, dreht mit gleicher Geschwindigkeit weiter und liest den Widerstandswert des Prüflings ab. Es ist klar, daß die Genauigkeit der Messung sehr von der Geschicklichkeit der Bedienung des Gerätes abhängt.

Bei einer Bauart hat man deshalb eine selbsttätige Festhaltung des Instrumentzeigers bei konstanter Induktordrehzahl vorgesehen. Der Induktoranker ist mit einem Fliehkraftpendel ausgerüstet. Dieses schwingt bei bestimmter Drehzahl aus und betätigt mechanisch einen Fallbügel, der seinerseits den Instrumentzeiger feststellt. Bei langsamer Steigerung der Drehzahl bis zum Sollwert erhält man mit diesem Gerät bis auf wenige Prozent reproduzierbare Widerstandsablesungen. Die Ohmteilung der Skala ist eine Reziprokteilung; bei Vollausschlag steht 0 Ω, am Skalenanfang ∞ Ω. Da die Widerstände von Induktorwicklung und Drehspulwicklung klein gegen den Vorwiderstand R_v zu sein pflegen, ist leicht einzusehen, daß bei $R_x = R_v$ der Zeiger auf Skalenmitte zeigt. Man kann also bei Drehspul-Ohmmetern aus dem Ohmwert in der Skalenmitte sofort entnehmen, daß ein Vorwiderstand von dieser Größe vor dem Meßwerk eingebaut ist. Dieser Ohmwert und damit auch der maximale Ohmwert der Teilung liegt um so höher, je höher die Meßspannung gewählt und je stromempfindlicher das Drehspulmeßwerk ausgeführt wird. Übliche Ausführungen brauchen für Endausschlag 1 bis 0,5 mA, so daß also bei 500 V Meßspannung 0,5 bis 1 MΩ in der Skalenmitte stehen. Bei solchen Skalen sind 20 bis 100 MΩ noch ablesbar (siehe Abb. 2).

Abb. 2. Skala eines Isolationsmessers mit Drehspulmeßwerk.

In den letzten Jahren sind mehrere deutsche Firmen auch mit Isolationsmessern mit Kreuzspulmeßwerk, ähnlich dem englischen „Megger", auf den Markt gekommen. Durch Verwendung neuer Magnetstähle gelang es, sehr

K Kurbelinduktor
R_x Isolationswiderstand
S_1, S_2 Spulen
R_1 Abgleichwiderstand
R_2 Widerstand
R_v Vorwiderstand

Abb. 3. Schaltung eines Isolationsmessers mit Kreuzspulmeßwerk.

kleine Abmessungen einzuhalten; eine Prinzipschaltung eines solchen deutschen Gerätes zeigt Abb. 3. Wenn $R_x = \infty$ ist, dann fließt von der Spannungsquelle ein Strom der Größenordnung 1 bis 2 mA durch die Spule S_1, ein kleiner Teilstrom fließt parallel durch den sehr viel größeren Abgleichwiderstand R_1. Die vereinigten Ströme durch S_1 und R_1 fließen weiter durch die Spule S_2 und den Widerstand R_2 zurück zur Spannungsquelle. Die Schaltung der Spulen S_1 und S_2 ist derart, daß der Strom in beiden einander entgegengesetzte Drehmomente von einer Richtung erzeugt, die eine stabile Einstellung in dem inhomogenen Feld des Systemmagneten gewährleistet. Der Widerstand R_1 ist so abgeglichen, daß sich die Kreuzspule auf den Skalenanfangswert stellt. An dieser Stelle steht dann ∞ Ω.

Würde man den bei ∞ Ω einspielenden Instrumentzeiger etwa mit der Hand in eine andere Lage bringen, so wird er unter der Richtwirkung der Kreuzspule immer wieder auf den Wert ∞ Ω zurückkehren, gleich als ob das ganze System von einer Feder dorthin gezogen würde. Das kommt daher, daß dieser Punkt bei dem gegebenen Stromverhältnis der einzige ist, an dem die Kreuzspule sich im stabilen Gleichgewicht befindet. Nun hat ja aber bekanntlich das Kreuzspul-Ohmmeter keine mechanische Feder, sondern richtkraftlose Stromzuführungsbänder, und man spricht deshalb von einer „elektrischen Federwirkung" der Kreuzspule.

Wird nun ein Widerstand R_x von endlicher Größe angeschlossen, so fließt über die Drehspule S_1, den Vorwiderstand R_v und den Meßwiderstand R_x ein zusätzlicher Strom, der sich dem schon in der Spule S_1 fließenden Kreuzspulstrom überlagert und der der Drehspule S_1 ein Drehmoment wie bei einem normalen Drehspulgerät

T Transformator
K_1, K_2 Kontakte
C Kondensator
H Hilfswicklung

Abb. 4. Schaltung eines Batterieumspanners.

erteilt. Das Kreuzspulsystem macht dabei einen Ausschlag und kommt an einer Stelle zur Ruhe, wo ein neues Gleichgewicht zwischen dem Drehmoment der Kreuzspule und dem zusätzlichen Drehmoment der Drehspule S_1 vorhanden ist. Nimmt man jetzt einmal an, die Betriebsspannung sinke auf die Hälfte, dann wird der Strom durch R_x und S_1 und damit auch das Drehmoment von S_1 nur halb so groß werden. Die Anzeige des Instrumentes ändert sich aber in keiner Weise, weil auch die von der gleichen Spannungsquelle gespeiste „elektrische Gegenfederung" der Kreuzspule ebenfalls nur halb so stark wird. Die Isolationsmesser mit Kreuzspulmeßwerk haben also den großen Vorteil, daß der Instrumentzeiger in weiten Grenzen unabhängig von der Drehzahl und damit von der Meßspannung fest und ruhig den richtigen Wert anzeigt.

Erwähnt sei an dieser Stelle noch, daß man für besonders genaue Messungen hoher Isolationswerte, wie sie bei der Überwachung eines an sich guten Isolationszustandes von wichtigen Anlagen und Maschinen notwendig sind, besonders leistungsfähige und genaue Geräte geschaffen hat, deren Meßbereich bei 1000 oder sogar 2500 V Meßspannung bis 2000 oder 10 000 MΩ heraufgeht. Diese Geräte haben aber mit den handelsüblichen Kurbelinduktoren nur das Meßprinzip gemeinsam, in der Ausführung unterscheiden sie sich nach Abmessung und Gewicht recht wesentlich von ihnen; sie sind eher als Meßmaschinen anzusprechen. Auf diese Geräte soll hier nicht näher eingegangen werden.

Alle bisher beschriebenen Isolationsmesser haben praktisch den großen Nachteil, daß man zwei Hände zu ihrer Bedienung braucht, eine zum Drehen der Kurbel und eine zum Festhalten des ganzen Gerätes. Aus diesem

Grund hat man neuerdings den handangetriebenen Kurbelinduktor durch eine selbsttätig arbeitende Spannungsquelle ersetzt. Man entnimmt die Meßspannung einer Batterie von drei Taschenlampenelementen und transformiert sie in einem Batterieumspanner auf 500 V. Der Batterieumspanner besteht aus einem mechanischen Stromunterbrecher, einem Transformator und einem mechanischen Gleichrichter. Die Prinzipschaltung zeigt Abb. 4.

Der Unterbrecher besteht aus einer in bestimmter Weise mechanisch und elektrisch abgestimmten Stahlzunge, die durch eine Hilfswicklung H in Schwingungen

Abb. 5. Kurvenform der vom Batterieumspanner gelieferten Gleichspannung.

versetzt wird. An der Zunge sind Kontakte K_1 und K_2 angebracht. Dem Transformator wird also primär über den Kontakt K_1 eine zerhackte Gleichspannung oder, was dasselbe ist, eine Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung zugeführt. Die Wechselspannung wird in der Sekundärwicklung höher gespannt und dann über den Kontakt K_2 gleichgerichtet, so daß man eine Gleichspannung von 500 V erhält. Durch einen Kondensator C wird die Gleichspannung geglättet. Ihre Kurvenform bei einem Glättungskondensator von 1 µF zeigt Abb. 5. Der Batterieumspanner gibt bei einem Wirkungsgrad von 25 % genügend Leistung ab, um ein Kreuzspulmeßwerk mit kräftigem Drehmoment zu betreiben. Die Taschenlampenbatterien sind dabei wie in einer normalen Taschenlampe belastet.

Batterieumspanner der beschriebenen Art werden übrigens auch in Auto-Rundfunkempfängern zur Erzeugung der Anodenspannung aus der 6 V-Autobatterie in großem Umfang benutzt. Bei dem Batterieumspannergerät ist zur Anzeige der Meßspannung eine Glimmlampe vorgesehen, die so geschaltet ist, daß sie bei Absinken der Spannung um 20 % erlischt. Die Ansicht eines ausgeführten Geräts, das ebenfalls noch in einer Aktentasche untergebracht werden kann, zeigt Abb. 6. Beim Drücken des Druckknopfes wird der Ohmwert des Meßwiderstands innerhalb 1 s mit einer Meßgenauigkeit von 1 % angezeigt.

Abb. 6. Isolationsmesser mit Batterieumspanner und Kreuzspulmeßwerk.

Zusammenfassung.

Bei der Entwicklung des Isolationsmessers führte der Weg vom Kurbelinduktor mit Drehspulmeßwerk über Sonderbauarten, die entweder konstante Meßspannungen erzeugten oder den Instrumentzeiger bei bestimmter Spannung feststellten, zum Kurbelinduktor mit spannungsunabhängigem Kreuzspulmeßwerk. Es war weiter möglich, durch Verwendung hochwertiger neuer Magnetstähle die Abmessungen von Induktor und Instrument wesentlich kleiner zu halten. Die letzte Entwicklung verläßt den Kurbelinduktor, zu dessen Bedienung zwei Hände notwendig sind, und ersetzt ihn durch einen Batterieumspanner mit Druckknopfbedienung.

Ein Entwicklungsweg der Relaistechnik in Starkstromanlagen.

Von **R. Schimpf** VDE, Berlin.

621. 318. 5. 001.6

Übersicht. Die Entwicklung der Relaistechnik geht bei steigender Schwierigkeit der Aufgaben dahin, die mechanische Kupplung der Relaisteile durch Kontaktsteuerung zu ersetzen. Die Entwicklungslinien werden kurz aufgezeigt.

Ohne Einrichtungen zur Fernmessung, Fernüberwachung des Stromverlaufs und Fernmeldung von Vorgängen, Fern- und Selbststeuerung von Maschinen und Apparaten und einen guten Selektivschutz kann man sich einen umfangreichen Elektrizitätsversorgungsbetrieb gar nicht mehr vorstellen. Sie sind, obwohl oft wenig beachtet, technische Voraussetzungen für einen geordneten Verbundbetrieb. Die Aufgaben, die mit ihnen zu lösen sind, sind heute in der Mehrzahl die gleichen wie auch schon vor Jahren, aber sie sind umfangreicher geworden, die Anforderungen an Meßgenauigkeit, Schnelligkeit des Arbeitens, Einfachheit der Überwachung, Vielfalt des Anwendungsbereiches u. dgl. sind gestiegen. Häufig sind daher vollständige Neukonstruktionen der betreffenden Geräte auf den Markt gekommen, oder die Gestalt an sich bewährter Geräte wurde durch Hinzufügen neuer Teile so sehr geändert, daß man sie kaum mehr wiedererkennt.

Die Notwendigkeit, diese Einrichtungen beim Verbundbetrieb anzuwenden, zwingt gerade jetzt wieder viele Ingenieure, sich mit ihnen näher bekanntzumachen. Bei dem Versuch dazu tritt dem mit diesem Gebiet weniger Vertrauten eine zunächst verwirrende Fülle von Einrichtungen entgegen, die es schwer macht, die nötige Übersicht zu gewinnen. Eine Wahl zu treffen, wird dem Betriebsingenieur aus den Stromversorgungsunternehmen dadurch erschwert, daß er vielfach gar nicht voraussehen kann, welchen Ausbau das von ihm betreute Netz in den folgenden Jahren erfahren wird. Mit den folgenden Zeilen soll der Versuch gemacht werden, die Leser auf die wesentlichste Entwicklungslinie hinzuweisen, der die Relaistechnik unter dem Einfluß der aufeinanderfolgenden Aufgabenstellungen gefolgt ist und der sie auch noch weiter folgt. Die Entwicklungslinie ist durchaus nicht immer gerade auf das Ziel gerichtet gewesen; das Ziel wird zudem von den Ingenieuren in den einzelnen entwickelnden und planenden Stellen der verschiedenen Herstellerfirmen in verschiedener Richtung und je nach den Bedürfnissen des Tages häufig wechselnd gesehen. Trotzdem ist dieser Entwicklungsweg

so einfach und deutlich zu erkennen, daß auch der Fernerstehende eine Schlußfolgerung ziehen kann, welche Art Geräte seinen vielfachen Ansprüchen wahrscheinlich am besten genügen wird. Es mag noch vorausgeschickt werden, daß eine einigermaßen vollständige Behandlung dieses Themas einen erheblichen Umfang annehmen müßte. Der Leser wird daher gebeten, sich hier mit einer ganz knapp aus Beispielen zusammengestellten Übersicht zu begnügen.

Das Kennzeichnende eines jeden Relais ist, daß es einen Kontakt besitzt, der das Ergebnis des Vorganges, welcher vom Relais überwacht wird, durch Schließen, Öffnen oder Umschalten eines Stromkreises zur weiteren Verwertung weitergibt. Dieser Kontakt ist ein sehr unbeliebter, weil früher unzuverlässiger Bauteil gewesen. Man beurteilte eine Relaisschaltung um so besser, je weniger Kontakte sie aufwies. Die Abneigung gegen die Verwendung des Kontaktes besteht manchen Orts noch immer, obwohl der Kontakt bereits vor längerer Zeit ein Bauteil wurde, der planmäßig so bemessen werden konnte, daß er der zugrundegelegten Beanspruchung gewachsen ist; die besondere Beanspruchung kann dabei in der Schaltleistung, der Schalthäufigkeit, der zeitbedingten chemischen Veränderung der Oberfläche und anderem liegen. Die durch das Material bedingten Eigenschaften der Kontakte wurden durchforscht[1]), die Kontaktbelastung wurde auf das zulässige Maß gebracht, die konstruktive Form wurde durchgebildet. Die Kontaktbewegung wird richtig geleitet. Durch geeignete Schwingungsdämpfung sind heute die Kontakte prellfrei gemacht. Gute, auch tropenfeste Dichtungen schützen den Kontakt vor Staub oder chemischen Einflüssen, manchmal werden besondere Kapselungen vorgesehen. Sehr hoch ist die Schaltleistung der ganz von der Luft abgeschlossenen Quecksilberkontakte, deren konstruktive Durchbildung als Tauchkontakt besonders schön ist. Wo noch die Möglichkeit zu hoher Kontaktbeanspruchung besteht, können die Kontakte durch besondere Löschkreise entlastet werden.

Seither wird der Kontakt in steigendem Maß in der Relaistechnik verwandt. Aufgaben, die man früher nur mit umständlicher Mechanik unter ängstlicher Vermeidung von Kontakten glaubte lösen zu können, werden heute mit einfacheren Relais bewältigt, die aber bei Bedarf in vermehrter Zahl mit Kontakten bestückt werden. Diese Entwicklung, die naturgemäß von dort ausging, wo aus dem Schwachstromgebiet reiche Erfahrungen über den Bau von Kontakten vorlagen, setzt sich ganz allgemein und nicht nur bei den relaisbauenden Firmen durch.

Jeder Kontakt braucht ein ausreichendes Drehmoment zu seiner Betätigung, das das Relaismeßwerk aufbringen muß. Für eine sichere Betätigung eines Kontaktes ist es also gut, wenn nur eine Meßgröße, z. B. Strom, Energierichtung oder Impedanz, von einem Relais überwacht wird. Dabei läßt sich auch, ohne Energiequellen, z. B. Stromwandler, übermäßig zu belasten, eine ausreichende Energie dem Relais zuführen. Die übertriebene Scheu vor Kontakten hat ziemlich oft dazu geführt, mehrere Meßglieder, die verschiedene Meßgrößen zu überwachen haben, mechanisch mit klug ausgedachter Kinematik zu kuppeln und diesen Mischwert der Einzelmeßgrößen zur Kontaktbetätigung auszunutzen. Es gibt recht gut gelungene Lösungen dieser konstruktiven Aufgabe, z. B. Überstromrelais, die auch Vorzüge gegenüber den Einzelrelais mit elektrischer Kupplung besitzen können. Irgendeinen Kompromiß enthalten aber naturgemäß fast alle diese Lösungen. Ein gutes Beispiel für die früher vielleicht berechtigte, heute jedoch wohl überholte konstruktive Aufgabenstellung, nur einen Kontakt zu verwenden, gibt der Distanzschutz. Ein Fehler tritt nicht nur als zwei- oder dreipoliger Kurzschluß zwischen den Phasen, sondern ebenso häufig als Doppelerdschluß auf. Der Doppelerdschluß kann aber vom Distanzrelais, das zur Erfassung der Kurzschlüsse zwischen den Phasen angeschlossen ist, nicht richtig erfaßt werden. Zu beachten ist auch, daß je nach dem Auftreten des Fehlers falsch messende Relais angeregt werden können, was natürlich verhindert werden muß. Abhilfe ist nur durch weitere Relais oder Hilfsrelais mit mehreren Kontakten zu schaffen, die der Konstrukteur durch den konstruktiven Aufbau der Hauptrelais gerade hatte vermeiden wollen. Der Kurzschluß bleibt während der Dauer seines Bestehens nicht unveränderlich. Er wechselt häufig die Phase, geht von einem zweipoligen Doppelerdschluß in einen dreipoligen über, oder in einem anderen Netzabschnitt treten weitere Überschläge auf. Der Kurzschluß nimmt damit Formen an, die einen nachträglichen Wechsel der Relaisschaltung nötig machen können, wenn der Fehler richtig abgeschaltet werden soll. Das ist auch nötig, wenn sich durch den ersten Schalterfall die Stromverteilung im Netz und die Gestalt des Netzes so ändern, daß die noch weiterarbeitenden Relais ihr Verhalten ändern müssen. Wenn sich die Relais diesen veränderlichen Zuständen nicht anpassen können, ist eine Fehlauslösung möglich. Das Anpassen kann man leicht und befriedigend bei elektrischer Kupplung der Relaiselemente über Kontakte erreichen. Vergleicht man nun die Kontaktzahl solcher auf reiner Kontaktsteuerung aufgebauter neuzeitlicher Schutzschaltungen mit älteren, bei denen man anfänglich Kontakte sparen wollte, so wird man meist feststellen, daß die heutige Schaltung nicht mehr, sondern oft sogar weniger Kontakte aufweist.

Aus verständlichen Gründen muß man sich bei Beschaffung einer Relaisanlage zu Anfang manchmal beschränken und ihre Vervollständigung auf eine spätere Zeit verschieben. Zunächst wird dann eine einfachere Anlage gewählt, die bei gewissen, seltener erwarteten Vorgängen nur unzulänglich arbeitet. Erst später wird sie nötigenfalls ergänzt. So baut man Pendelsperren oft erst nachträglich und nur an den Netzstellen ein, wo bei Netzpendelungen oder gar beim Außertrittfallen der Kraftwerke die Gefahr besteht, daß die Relais ungewollt oder falsch auslösen. In solchen Fällen ist es wohl selbstverständlich, daß man die Zusatzteile elektrisch mit der Grundanlage durch Kontaktsteuerung kuppelt. Die elektrische Kupplung ermöglicht also die Ergänzung und den Ausbau des gewählten Schutzsystemes in jeder gewünschten oder als notwendig erkannten Richtung. Auch die Änderung seiner Wirkungsweise ist leicht zu erreichen, wenn sich, was gelegentlich vorkommt, im Laufe der Zeit herausstellen sollte, daß die ursprünglich gewählte Form des Systems nicht die erwartete Wirkung hat. Selbst der im Entwerfen von Schutzsystemen geübte und erfahrene Ingenieur vermag nicht jedes Hemmnis vorauszusehen, das sich dem glatten Arbeiten als hinderlich erweisen kann. Überhaupt spielt die Erfahrung beim Selektivschutz eine viel größere Rolle, als allgemein angenommen wird. Das Studium der Vorgänge während eines Fehlers und die nachträgliche Aufklärung scheinbar regelwidrigen Verhaltens von Relais sind die Voraussetzungen für die Fortentwicklung des Selektivschutzes. Störungsschreiber, Zeitschreiber oder andere dazu nötige Hilfsmittel lassen sich bei elektrischer Kupplung in das Schutzsystem leicht eingliedern. Übrigens hat die Auftrennung der Schutzeinrichtungen an Maschinen in Einzelelemente, die nur auf einen ganz bestimmten Fehler, z. B. Erdschluß oder Windungsschluß, ansprechen, erst den Beweis für die Richtigkeit der Ansicht gebracht, daß Fehler nicht immer mit einem Erdschluß, sondern verhältnismäßig häufig anders beginnen, und daß der Erdschluß dann erst nachträglich oder auch bei schnellem Eingreifen des Schutzes gar nicht mehr hinzutritt.

Bei den neuzeitlichen Schnellschutzsystemen, bei denen der Vergleich des elektrischen Zustandes am Anfang und Ende der überwachten Leitung das Auftreten des Fehlers erkennen läßt, wird über einen Hilfskanal die zu vergleichende Meßgröße von einem Vergleichspunkt zum anderen übertragen. Die Eigenschaften des Kanals ge-

[1]) Vgl. R. Holm, ETZ 56 (1935) S. 537.

winnen damit bestimmenden Einfluß auf den Aufbau des Schutzsystems. Bei größerer Länge machen sich Reihen- und Nebenwiderstände störend bemerkbar; außerdem ist der Kanal elektrischer und magnetischer Induktion ausgesetzt, es wird also schwierig, die Meßgrößen richtig zu übertragen. Aus diesem Grund konnte sich auch die erste Sonderausführung eines Hochfrequenz-Differentialschutzes nicht halten, die in Amerika ausgeführt wurde. Am besten überwindet man die lästigen Eigenschaften des Hilfskanals, wenn man auf ihm nur einfache Stromimpulse überträgt, wie es bei der Telegraphie geschieht[2]). Die Größe oder Phasenlage des Signalstromes spielt keine Rolle mehr; lediglich die Tatsache, daß ein Strom auf dem Kanal fließt oder nicht fließt, bestimmt das richtige Arbeiten des Selektivschutzes. Der Hilfsstrom wird durch Kontakte der an jedem Ende der zu schützenden Leitung befindlichen Relais gesteuert, die nur leicht meßbare elektrische Größen überprüfen. Wiederum ist es also die Auflösung der verwickelten Messung in Einzelmessungen und die Verknüpfung der Relais durch Kontaktsteuerung, die den Erfolg brachte.

Wie stellt sich nun das Betriebspersonal, das die Relais zu beaufsichtigen und zu pflegen hat, zu dieser Kontakttechnik? Man muß sagen, daß das anfängliche Mißtrauen verhältnismäßig schnell geschwunden ist. Die größere Masse des Betriebspersonals entstammt der handwerklichen und nicht der technisch-geistigen Schule — die Fachingenieure großer Elektrizitätswerke darf man, da ihre Zahl verhältnismäßig klein ist, nicht mitrechnen. Im allgemeinen wird es dem Personal schwer fallen, die Wirkungsweise eines meßtechnisch schwierigen Relais überhaupt zu verstehen. Eine Vereinigung mehrerer einfacher Relais zu einer Schutzschaltung wird aber in ihrer Wirkungsweise fast immer verstanden, denn im Relais und auf dem Papier lassen sich die Strompreise von Kontakt zu Kontakt gewissermaßen mit dem Finger verfolgen. Und wenn erst einmal die Wirkungsweise begriffen ist, dann steigt schnell das Interesse und das Vertrauen. Man kann auch beobachten, daß als Folge davon die Relais viel besser gepflegt wurden. Dieses Verhalten des Bedienungspersonals gegenüber den Relais wird übrigens noch lange nicht genug berücksichtigt.

Wieweit sich die Kontaktsteuerung im Selektivschutz schon durchgesetzt hat, kann man daraus ersehen, daß im vorigen Jahr nach vorsichtiger Schätzung mindestens 75 % aller Neulieferungen von Selektivschutzeinrichtungen aus Relais mit gegenseitiger Kontaktsteuerung bestehen.

Bei der Fernmessung, -meldung und -steuerung gibt es kaum mehr Gerätegruppen, bei denen nicht in reichem Maß Kontaktsteuerungen angewandt werden. Dies geschah um so eher, als die reichen Erfahrungen der Telephonie-Selbstanschlußtechnik und der Telegraphie vorlagen. Es gibt daher heute kein Verfahren zur Fernmeldung und -steuerung mehr, das nicht Wähler und Relais verwendete. Ähnlich liegt es bei der Fernmessung. Sowie die Meßwerte über größere Entfernungen zu übertragen sind, müssen Verfahren benutzt werden, bei denen eine Rückwirkung der Kanaleigenschaften auf die Meßströme ausgeschlossen wird[3]). Billig, vielseitig anwendbar, leicht verständlich, bequem zu ergänzen und außerdem unempfindlich gegen Störungen sind die Geräte, die mit kontaktgesteuerten Impulsen arbeiten.

[2]) H. Neugebauer, ETZ 55 (1934) S. 181.
[3]) M. Schleicher, Z. Fernm.-Techn. 14 (1933) S. 81.

Das dritte wichtige Gebiet für die Anwendung von Relais in Starkstromanlagen ist die Selbststeuerung von Geräten, Maschinen und ganzen Kraftwerken. Während man früher teilweise den selbsttätigen Anlauf von Maschinen mit starren Zeiten erfolgen ließ, also jeden Schaltaugenblick fest vorschrieb und entsprechende Steuergeräte baute, ist man im Laufe der letzten Jahre immer mehr zu dem anderen Verfahren übergegangen, bei dem die Aufeinanderfolge der einzelnen Schalthandlungen nicht mehr starr festgelegt, sondern den Geräten selbst überlassen bleibt. Sowie ein gewisser Zustand beim Anfahren einer Maschine erreicht ist, löst das ihn überwachende Relais durch Kontaktbetätigung den nächsten Schritt aus. Außer dem Zeitgewinn erhält man so eine große Beweglichkeit der Schaltung und kann, wenn sich die Betriebsbedingungen ändern oder — was sehr häufig vorkommt — wenn sie anders sind, als sie beim Entwurf der Selbststeueranlage vermutet wurden, mit Leichtigkeit Einzelteile der Relaisschaltung ändern und sie dem wirklichen Zustand anpassen. Die reine Relaissteuerung setzt sich daher auch hier immer mehr durch. Als weiteres Beispiel sei das heutige Schnellsynchronisieren genannt, bei dem die Parallelschaltung durch sich gegenseitig steuernde Relais (Zeitfolgeschaltung) vorgenommen wird, sobald das Meßrelais festgestellt hat, daß ein geeigneter Einschaltaugenblick gekommen ist. Übrigens bildet dieses Meßrelais einen der Fälle, in denen eine mechanische Kupplung verschiedener Meßsysteme (Subtraktion der in Drehmomente umgewandelten Meßgrößen) zweckmäßig ist.

Als Gesamtbild der Entwicklung ergibt sich also eine konstruktive Auflösung der zusammengebauten Relais in einfache Einzelrelais, die über Kontakte elektrisch gekuppelt werden. Bei allen Geräten wird man selbstverständlich nach Ersparnis trachten und irgendwie überflüssige Relais und Kontakte vermeiden. Mitunter ist es gelungen, verschiedene elektrische Meßgrößen in gleichartige elektrische Meßgrößen oder mechanische Kräfte so umzuwandeln, daß sie ohne Zuhilfenahme mechanischer Zwischenglieder oder besonderer Kontaktsteuerungen beispielsweise addiert oder subtrahiert einem einfachen Relais zugeführt oder zur Kontaktbetätigung ausgenutzt werden können. Solche glücklichen Lösungen findet man aber nicht häufig. Gewiß gibt es auch Fälle, in denen man mit mechanischer Kupplung der Relais weiterkommt als mit der rein elektrischen; sie bleiben aber in der Regel auf einfache Aufgaben beschränkt. Bei den schwierigen Aufgaben verschieben sich die Verhältnisse immer mehr zugunsten der Kontaktsteuerung.

Zusammenfassung.

An einer Reihe von Beispielen aus den Gebieten des Selektivschutzes, der Fernmessung und der Fern- und Selbststeuerung wurde gezeigt, daß mit Relais, die aus mechanisch gekuppelten Meßwerken zusammengesetzt sind, viele Aufgaben nur schwer oder gar nicht gelöst werden können. Der Kontakt ist inzwischen ein recht zuverlässiger Bauteil geworden, so daß er freizügig gebraucht werden kann. Diese Möglichkeit wird zur Auflösung der mechanisch gekuppelten Relais in Einzelrelais, die durch Kontaktsteuerung verbunden werden, ausgenutzt. Die so entstehenden Relaissysteme besitzen so viele Vorzüge, daß sie sich den anderen gegenüber immer mehr durchsetzen. Da sie auch später noch um- oder ausgestaltet werden können, sollte man sich im Zweifelsfalle für ihre Anwendung entscheiden.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München Hauptstadt der Bewegung vom 2. bis 4. Juli 1936

Besondere Einladungen werden in diesem Jahre nicht versandt.

Die Einladung nebst Anmeldeformularen zu unserer diesjährigen Mitgliederversammlung lag der ETZ Heft 20 vom 14. Mai bei.

Gleichzeitig verweisen wir auf unsere Veröffentlichungen in der ETZ Heft 19 vom 7. Mai, S. 513 und 541.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Sommerausflug.

In der ETZ 57 (1936) S. 597 wurden bereits die Einzelheiten über den am Sonnabend, dem 6. Juni 1936, stattfindenden Sommerausflug zum Wisentgehege in der Schorfheide bekanntgegeben.

Der Preis für die Teilnehmerkarte beträgt für VDE-Mitglieder und deren Angehörige sowie für Teilnehmer an den Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften 3,50 RM, für eingeführte Gäste 6,50 RM. In diesem Betrage sind die Preise für Autobusfahrt, Motorbootfahrt, Besichtigung, Nachmittagskaffee mit Gebäck (einschl. Bedienungsgeld) und Abendessen (ausschl. Bedienungsgeld, ohne Getränke) einbegriffen. Teilnehmerkarten sind bis spätestens 30. Mai 1936 bei unserer Geschäftstelle Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus zu bestellen.

Wünsche für die Wahl des Gasthauses in Altenhof (Hotel Märkischer Hof oder Kurhaus) werden nach dem Gesichtspunkte gleichmäßiger Verteilung auf beide Gasthäuser nach bester Möglichkeit berücksichtigt.

Nachzügler, die im eigenen Kraftwagen an dem Ausflug teilnehmen wollen, sind willkommen.

Pünktliches Erscheinen ist erforderlich.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. F. Hauffe VDE, Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernruf: D 9 2101.
3. 6. 1936 „Wandstromverstärker" (Vortragender: Dr.-Ing. Schulze).

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE, Charlottenburg 2, Grolmanstraße 12, Fernruf: D 1 0014, App. 404.
4. 6. 1936 „Die Messung des Kompensationszustandes gelöschter Netze" (Vortragender: Dr.-Ing. Schäfer)

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r., Fernruf: C 4 0011, App. 2631.
5. 6. 1936 „Grundsätzliche Eigenheiten der Elektrowärme, Anwendungen in Industrie und Gewerbe" (Vortragender: Dr.-Ing. Mörtzsch).

Diejenigen Jungingenieure, die an der vom 2. bis 4. Juli 1936 stattfindenden **Mitgliederversammlung des VDE in München** und dem mit dieser verbundenen **Jungingenieurtreffen** teilnehmen wollen, werden gebeten, sich unverzüglich bei ihrem Arbeitsgemeinschaftsleiter zu melden. (In besonders gelagerten Fällen können den Jungingenieuren über die bereits vorgesehenen Erleichterungen hinaus noch weitere Ermäßigungen gewährt werden.)

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Die Technische Hochschule Darmstadt 1836 bis 1936. Ein Bild ihres Werdens und Wirkens. Zur Jahrhundertfeier im Auftrag der Technischen Hochschule herausg. von W. Schlink. Mit zahlr. Abb. u. 253 S. im Format A 4.

Die vorliegende, mit zahlreichem Bildschmuck schön ausgestattete Festschrift der Technischen Hochschule Darmstadt zu ihrer hundertjährigen Gründungsfeier soll, nach den einleitenden Worten ihres Herausgebers, Professor Dr. Schlink, auf dem Hintergrunde einer knappen geschichtlichen Betrachtung den heutigen Stand ihrer Einrichtungen vorführen, ihre Ausrüstung an Lehrkräften, Forschungsstätten und sozialen Hilfsmitteln. Vorausgeschickt ist ein sehr eindringlich geschriebener, grundsätzlicher Aufsatz von Professor Dr. Thum über „Technik, Technische Hochschule und Ingenieurausbildung". Hier werden noch einmal alle brennenden Fragen der Ingenieurerziehung im Hinblick auf die dringlichen Aufgaben der Gegenwart von einer überragenden Warte aus zusammengefaßt und der Weg in die Zukunft aufgezeigt.

Es folgen dann die Berichte der einzelnen Abteilungen und Lehrstühle über ihre bisherige Entwicklung und den Stand ihrer derzeitigen Lehr- und Forschungsmöglichkeiten. Zum Schlusse werden die für ganz Deutschland vorbildlichen sportlichen, gesellschaftlichen und sozialen Einrichtungen geschildert.

Der Bericht läßt, bei aller Nüchternheit der Darstellung, erkennen, wie ungeheuer lebendig und stets — im besten Sinne — modern die Technische Hochschule Darmstadt ihre Aufgaben aufgefaßt und ihre Einrichtungen ihnen angepaßt hat. Sie war einmal die Hochschule für Elektrotechnik in Deutschland. Fast alle führenden Personen der elektrotechnischen Industrie und Wirtschaft in Deutschland sind in der vergangenen Generation durch sie hindurchgegangen, und mit Recht erscheint der markante Kopf von Erasmus Kittler als eines der leider ganz wenigen Bildnisse am Eingang des diesbezüglichen Abschnitts. Aber Darmstadt war auch die Wiege des Segelflugs, dessen Entwicklung in einer vorbildlichen Kameradschaft von Studenten und Professoren vorangetragen wurde. Die Papier- und Zellulosetechnik in ihrer chemischen und mechanischen Entwicklung, die Gerbereichemie, die angewandte Wärmetechnik, die Institute für angewandte Mathematik und Mechanik, technische Schwingungslehre und neuerdings besonders die Materialprüfungsanstalt mit ihren unter Thums anfeuernder Leitung immer mehr hervortretenden Forschungsstätten für neuzeitliche Werkstoffmechanik zeigen, wie zu allen Zeiten an der Technischen Hochschule Darmstadt wirklichkeitsnahe und lebendige Forschung und Lehre getrieben wurde.

So ist die Geschichte der Technischen Hochschule Darmstadt zugleich eine Geschichte unseres technischen Zeitalters überhaupt. Das stürmische Tempo desselben hat kaum Zeit gelassen, eine eigentliche Tradition zu bilden wie an den viel älteren Schwesteruniversitäten. Und doch gibt es einen spezifischen „Darmstädter Geist", eine besondere Haltung, in der sich alle alten Darmstädter auch lange nach ihrem Studium verbunden fühlen: die vorbildliche Kameradschaftlichkeit, der Zusammenhalt zwischen Lehrkörper und Studenten, Stadt, Staat und Wirtschaft, der seinesgleichen sucht unter den übrigen Hochschulen und sich für die meisten zu einer für das ganze Leben andauernden Freundschaft entwickelt hat. Die kleine anmutige Residenzstadt an der Grenze zwischen süd- und norddeutschem Volkstum, die Stadt der kunstliebenden Fürsten und des Datterich, mit ihrem eigenwilligen und doch immer für alles Geistige aufgeschlossenen Volkscharakter: Sie hat für alle, die einmal durch sie hindurchgingen, weit mehr geboten als nur eine hervorragende Ausbildungsstätte. Sie ward ihnen zu einem Stück geistiger Heimat, einem unentbehrlichen Bestandteil des eigenen Werdens, eine wahre „alma mater". Dieses menschliche Kapitel der Geschichte der Hochschule ward in der Festschrift nicht geschrieben, aber es war die stärkste Triebkraft bei all den vorbildlichen Einrichtungen, die dort geschaffen wurden.

Daß dieser „Darmstädter Geist" auch in kommenden Jahrhunderten lebendig bleiben möge, ist der aufrichtige Wunsch aller „Ehemaligen" zur Jubelfeier!

E. Heidebroek.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 20. Mai 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 4. Juni 1936 | Heft 23

Einführung in VDE 0670 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H."

Von Dr.-Ing. **Erich Krohne VDE**, Berlin,
Vorsitzender des VDE-Ausschusses für Hochspannungsschaltgeräte.

621. 316. 5. 027. 3 (083. 133. 2)

Die bisherigen „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H./VDE 0670/1929" sind neu bearbeitet worden, weil auf dem Gebiete der Hochspannungsgeräte in den letzten sechs Jahren grundlegende Erfindungen und wesentliche technische Verbesserungen zu verzeichnen sind. Man braucht nur an die öllosen Schalter, Expansions- und Druckgasschalter und an die ölarmen Schalter zu erinnern. Leistungstrennschalter und Hochleistungssicherungen sind neu hinzugekommen. Diese technischen Neuschöpfungen und die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Fortschritte bei der zweckmäßigen Prüfung von Hochspannungsgeräten werden in dem Neuentwurf der R.E.H. berücksichtigt, der in diesem und dem nächsten Heft veröffentlicht wird. Im folgenden sei auf die wesentlichsten Änderungen und Ergänzungen gegenüber der bisherigen Fassung hingewiesen.

I. Gültigkeit.

Der Geltungsbereich umfaßt unter den Leistungsschaltern nunmehr auch die öllosen und ölarmen Schalter, außerdem die Leistungstrennschalter und Hochspannungssicherungen. Er ist aber auch eingeschränkt worden; die bisherigen Bestimmungen für Sekundär-Relais sind, da sie nicht zu den Hochspannungsgeräten gehören, in den Regeln nicht mehr enthalten. Sie sollen ihrer Bedeutung entsprechend in einem besonderen VDE-Ausschuß für Relais bearbeitet werden. Weiter sind die Überspannungsschutzgeräte ausgeschieden, da hierfür besondere VDE-Leitsätze[1]) aufgestellt sind.

II. Begriffserklärungen.

Der Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte hat die Aufstellung klarer Begriffserklärungen für die verschiedenen Schaltgeräte als besonders wichtig erachtet. Er hat daher möglichst eindeutige Festlegungen geschaffen, nach denen vor allem Trennschalter und Leistungstrennschalter grundsätzlich für den Schutz der Betriebsmannschaft bei Arbeiten an abgetrennten Anlageteilen geeignet sein müssen und deshalb auf ein entsprechendes Isoliervermögen zu prüfen sind. Eine Unterscheidung der Schalter nach der Größe der Leistung, wie es in der Praxis bisher vielfach üblich ist, ist nicht für zweckmäßig gehalten worden, da hierfür eine eindeutige Festlegung der Leistungsgrenze nicht möglich scheint.

Bei den Beratungen ist zum Ausdruck gekommen, daß die Einteilung der Aufstellungsorte nach Betriebsklassen entsprechend ihrer Feuchtigkeit und Verschmutzung fast keinen Eingang in die Praxis gefunden hat. Diese Unterscheidung ist daher aufgegeben worden. Dagegen ist ein Hinweis über die besonderen Maßnahmen, die je nach Verschmutzungs- und Feuchtigkeitsgrad zu treffen sind, bei den Bestimmungen über die Auswahl der Hochspannungsgeräte aufgenommen worden.

Hinsichtlich der Begriffserklärungen für die Kurzschlußprüfung der Schaltgeräte schließt sich der Entwurf im wesentlichen einem entsprechenden, bei der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zur Beratung stehenden Entwurf an. Der Ein- und Ausschaltstrom, die wiederkehrende Spannung, der Leistungsfaktor der Kurzschlußbahn wurden berücksichtigt. Außerdem ist auf den Einschwingvorgang hingewiesen worden; bestimmte Angaben (Einschwingfrequenz oder Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung) sind aber mit Rücksicht auf die zur Klärung dieser Frage noch erforderlichen Untersuchungen vorläufig nicht aufgenommen worden.

Das Ausschaltvermögen eines Schalters wird durch den größtzulässigen Ausschaltstrom, aber außerdem unabhängig hiervon durch die größtzulässige Ausschaltleistung gekennzeichnet, weil beide Größen bei den heutigen Schalterbauarten in guter Näherung Grenzwerte sind, die nicht überschritten werden dürfen. Bei Verwendung eines Schalters für Netzspannungen gleich oder nur wenig unter seiner Nennspannung ist im allgemeinen die Leistungsgrenze, bei Verwendung für erheblich kleinere Netzspannungen die Stromgrenze maßgebend.

An Stelle des Anhanges in dem bisherigen Sonderdruck von VDE 0670/1929 (R. E. H.) ist ein einfaches, angenähertes Berechnungsverfahren für Kurzschlußströme aufgenommen worden, das nicht wie bisher vom Dauerkurzschlußstrom, sondern vom Stoßkurzschlußstrom ausgeht, da dieser bzw. sein Wechselstromanteil bei den jetzigen kurzen Auslösezeiten für die Schalterauslegung von überwiegender Bedeutung ist.

III. Bestimmungen.

Genormte Werte des Schaltvermögens von Leistungsschaltern, Leistungstrennschaltern und Sicherungen sind neu aufgenommen worden; hierdurch soll die Lagerhaltung der Hersteller und Verbraucher vermindert werden. Für die Sicherungen sind aus dem gleichen Grunde genormte Nennströme festgelegt worden.

Die Bestimmungen für Auslöser sind erweitert und dem heutigen Stand der Technik entsprechend etwas verändert worden.

Die Schlagweiten sind für Reihenspannungen bis 200 kV ergänzt, indem für Freiluftgeräte besondere Schlagweiten festgelegt sind, die sich im Spannungsbereich bis 100 kV aus der schon bekannten Schlagweitenreihe für Geräte in Innenanlagen ergeben, wenn jeweils die Schlagweite der nächst höheren Reihenspannung eingesetzt wird.

In Berücksichtigung der neuen Forschungsergebnisse wird eine Stoßspannungsprüfung als Typenprüfung empfohlen. Hierdurch soll erreicht werden, daß die Stoß-

[1]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 115.

überschlagspannung um ein bestimmtes Maß oberhalb der Überschlagspannung bei 50 Hz liegt. Außerdem sollen hierdurch Unterlagen für die Isolationsabstufung erbracht werden.

Als weitere Neuerung wird für wertvollere Prüflinge (z. B. für größere Durchführungen) eine dielektrische Verlustmessung empfohlen.

Von einer ursprünglich beabsichtigten Vernebelungs- und Verschmutzungsprüfung für Freiluftgeräte ist mangels ausreichender Unterlagen abgesehen worden. Dazu kommt, daß Freiluftanlagen mit starker Verschmutzungsgefahr und gut leitenden Feuchtigkeitsniederschlägen unwirtschaftlicher werden können als Innenraumanlagen.

Die Ein- und Ausschaltprüfungen von Leistungsschaltern und Leistungstrennschaltern sind eingehender als bisher beschrieben. Das Gleichstromglied bei der Ausschaltung ist berücksichtigt worden. Der bei der Prüfung gemessene Einschwingvorgang soll im Prüfbericht angegeben werden, um Unterlagen für spätere Festlegungen zu sammeln.

Der Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte ist der Ansicht, mit diesem Neuentwurf im Sinne der VDE-Vorschriften einen weiteren Schritt zur richtigen Entwicklung der deutschen Elektrotechnik getan zu haben. Er bittet um Unterstützung durch Anregungen und Verbesserungsvorschläge aus den beteiligten Fachkreisen.

Elektrowärme an der Technischen Hochschule Dresden.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungs-Technik der T. H. Dresden.)

Von **L. Binder VDE** und **O. Zdralek VDE**, Dresden.

621. 36 : 378

Es ist eigentlich eine alte Erkenntnis, daß dem elektrischen Strom als der gleichzeitigen Quelle für Licht, Kraft und auch Wärme eine besondere Bedeutung zukommen müsse. Aber vom ersten Laboratoriumsversuch bis zur technischen Großanwendung war jeweils ein weiter Weg. Wir haben es bereits vergessen, daß ein jahrzehntelanger Kampf vorherging, ehe die elektrische Glühlampe zur Selbstverständlichkeit wurde. Es gibt heute auch kaum ein Gebiet, in dem sich nicht der Elektromotor als willkommener Helfer durchgesetzt hätte; die ältere Generation der Fachgenossen weiß jedoch, daß rund ein Vierteljahrhundert der Entwicklung nötig war, um geeignete Konstruktionen zu schaffen und alle die Anwendungsgebiete zu erschließen. Aber noch viel länger hat es gedauert, bis die elektrische Wärmeerzeugung hat technische Gestalt und Bedeutung erlangen können. Im Vergleich zur Glühlampe und zum Elektromotor stehen wir, nachdem es lange Zeit wegen der hohen Betriebskosten überhaupt aussichtslos erschien, der Elektrowärme große Anwendungsgebiete zu erschließen, hierin erst am Anfang des Aufstiegs.

Vielleicht ein Prozent der benötigten Wärme wird heutzutage auf elektrischem Wege erzeugt; aber ein Blick in die Fachzeitschriften zeigt uns, daß der Aufstieg steil in die Höhe führt. Nachdem die Industrie die bequeme Erzeugung hoher Temperaturen, ihre genaue Einhaltung und Regelung auf elektrischem Wege schätzen gelernt hatte und der elektrische Industrieofen wegen der Güte seiner Erzeugnisse sich durchgesetzt hat, ist der kritische Punkt auch für eine Reihe anderer Gebiete, z. B. für häuslichen Bedarf, überwunden. Gerade die Elektrizitätswirtschaft des neuen Staates hat hier stark fördernd eingegriffen, und zwar aus zwei Gesichtspunkten heraus. Zunächst gestattet der elektrische Strom es am ehesten, die Errungenschaften der Technik jedem Volksgenossen zugute kommen zu lassen; die elektrische Glühlampe im entlegensten Dorf ist ein gutes Vorbild hierin. Motorische Kraft und Elektrowärme, die so viel zur Erleichterung der Arbeit und zur Zeitersparnis und Sauberkeit im häuslichen Betrieb beitragen, können auf demselben Wege herangeführt werden. Da außerdem hoch ausgenutzte Werke einen verbilligten Stromabsatz gestatten, hat man durch Beihilfe beispielsweise bei der Anschaffung elektrischer Kocheinrichtungen ein erhebliches Anwendungsgebiet erschließen können. Etwa ein Viertel der z. Z. erzeugten elektrischen Energie wird bereits in Wärme umgewandelt. Es liegt auch durchaus im allgemeinen Interesse, die Energiequellen (Steinkohle, Braunkohle, Wasserkräfte) in Form elektrischer Energie zusammenzuschließen und beliebig einsetzbar zu machen, damit sie jeweils nach den besonderen Wirtschaftsbedingungen ausgenutzt werden können.

Zweifellos werden durch diese Entwicklung auch die Technischen Hochschulen in Lehre und Forschung stark berührt. Einerseits eröffnet sich ein weites Betätigungsfeld für die Ingenieure, zu deren Ausbildung besondere Vorlesungen und Einrichtungen geschaffen werden müssen. Anderseits fällt den Hochschulen die Aufgabe zu, soweit es in ihrem Rahmen liegt, an der Forschung teilzunehmen. Als erster Vorkämpfer auf diesem Gebiete wäre hier das Elektrowärme-Forschungsinstitut der T. H. Hannover anzuführen. Die Zahl der zu lösenden Aufgaben und die Bedeutung der Elektrowärme ist aber so groß[1]), daß es wohl begründet erscheint, wenn auch andere Hochschulen sich diesem Gebiete zuwenden.

Für die Erzeugung von Wärme auf elektrischem Wege bildet das so einfache Joulesche Gesetz die Grundlage; es könnte daher scheinen, als ob bei diesem Gebiete die Problematik und Lehrhaftigkeit zurücktrete gegenüber der praktischen Arbeit, die Geräte und Anordnungen zu gestalten und einzuführen. Demgegenüber braucht nur darauf hingewiesen zu werden, welche Unsumme von Forscherarbeit nötig war, um die einfache Glühlampe hinsichtlich Betriebskosten wirtschaftlich und den Gebrauchsbedingungen entsprechend bis zum heutigen Stande zu entwickeln. Nicht weniger schwierig ist es, Heizelemente und deren Träger für hohe Temperaturen mit ausreichender Lebensdauer zu finden, bei nichtmetallischen Elementen die Kontaktfrage zu lösen und auch eine gute Wärmeübertragung zu erreichen, um nur einige der Aufgaben zu nennen. Die letztere Schwierigkeit fällt zwar fort, wenn die Wärme in dem zu erhitzenden Gut selbst erzeugt wird, wozu gerade die elektrischen Verfahren einzigartige Möglichkeiten bieten (unmittelbare Durchleitung des Stromes, induktive oder kapazitive Übertragung); dafür ist aber an solchen Anordnungen, die häufig mit hohen Strömen oder hoher Wechselzahl arbeiten, die Wärmeentwicklung von mannigfachen Umständen abhängig, und wenn man erst daran geht, die Vorgänge bei der Widerstandsschweißung, Stumpfschweißung und Lichtbogenschweißung aufzuklären, so braucht man das ganze Rüstzeug der heutigen Starkstromtechnik und der außerdem einschlägigen Gebiete, um hier Boden zu gewinnen. Der wissenschaftlichen Behandlung der Elektrowärme steht daher ein weites Feld offen.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus wird an der T. H. Dresden den Studierenden Gelegenheit gegeben, sich für Elektrowärme auszubilden. Nachstehend seien die von O. Zdralek geschaffenen Einrichtungen beschrieben und die Gesichtspunkte für die Behandlung dieses Stoffes in Vorlesung und Übungen (Entwurf und Untersuchungen) unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Fragen dargelegt.

Nach dem heutigen Stand der Technik kann man auf dem Gebiete der Elektrowärme drei Hauptgruppen unterscheiden:

Elektrowärme im Haushalt und Gewerbe,
Elektrische Industrieöfen und
Elektroschweißung.

Da diese Gliederung nicht nur den Verwendungszweck, sondern auch den Bereich der Gebrauchstemperaturen und damit die Aufgabenstellung begrenzt, wurden die Elektrowärmeeinrichtungen des Instituts für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden auch nach diesen Gesichtspunkten unterteilt.

[1]) Vgl. Vent: Elektrowärme in Praxis, Wissenschaft und Forschung. Elektrowärme 6 (1936) S. 1.

Der glückliche Umstand, daß gerade fünf voneinander getrennte Räume für die Unterbringung der Einrichtungen zur Verfügung standen, ermöglichte auch die gleiche räumliche Einteilung nach Abb. 1, wobei zwei Räume für größere

Forschung
Elektro-Schweiß.-Einrichtungen
Kleiderablage
Geräte für Haushalt und Gewerbe
Industrieöfen
Sonderarbeiten

Abb. 1. Raumeinteilung.

Sonderarbeiten und ein zusätzlicher Kellerraum für Lagerzwecke bestimmt werden konnten. Die räumliche Trennung der Teilgebiete bringt zugleich auch den Vorteil, daß eine gegenseitige Beeinflussung der Arbeiten durch Wärme- und Lichtstrahlung vermieden wird, mit der sonst bei Versuchen an Schmelzöfen und Schweißeinrichtungen immer gerechnet werden muß.

Elektrowärme im Haushalt und Gewerbe. Die Anwendung von Elektrowärme im Haushalt ist heute schon so vielseitig, daß die verschiedensten Heizgeräte hierfür entwickelt worden sind. Für die Warmwasserbereitung verwendet man Tauchsieder, Schnellkocher, Heißwasserspeicher und Durchlauferhitzer in zweckentsprechenden Ausführungsformen, für Koch-, Brat- und Backzwecke den Elektroherd mit Heizplatten und Bratrohren und für das Frischhalten von Speisen und Getränken Elektrokühlschränke. Weitere Geräte wie das elektrische Bügeleisen, der Heißluftspender und das Heizkissen sind den Hausfrauen bereits unentbehrlich geworden. Auch die elektrische Raumheizung hat sich besonders als Übergangs- und Zusatzheizung an strengen Wintertagen im Haushalt gut eingeführt.

Abb. 2. Schausammlung von Heißwassergeräten.

Ebenso finden Elektrowärmegeräte bereits heute auch in den verschiedenen Gewerbezweigen beliebte Anwendung. Das Gastwirts- und Nahrungsmittelgewerbe hat frühzeitig die großen Vorteile der Sauberkeit und der ständigen Betriebsbereitschaft bei der elektrischen Heizung erkannt und die im Haushalt üblichen Elektrowärmegeräte in größeren Ausmaßen und in geeigneten Sonderausführungen in den eigenen Betrieben eingeführt[2]). In der Wäscherei, beim Friseur, Klempner und Tischler und in der Druckerei ermöglicht die elektrische Heizung durch die genaue Temperatureinhaltung nicht nur Ersparnisse, sondern fördert auch durch den Wegfall von Ruß und Verbrennungsgasen die Schönheit der Arbeit und die Würde der Arbeitsstätte. Ein weites Betätigungsfeld steht der Elektrowärmetechnik noch in der Heilkunde offen, wo allein durch elektrische Lang- und Kurzwellenheizung eine Erwärmung von bestimmten Teilen im Körperinnern und ein schorffreier Schnitt mit dem elektrischen Messer ermöglicht wird.

Es ist daher zu begrüßen, daß durch das weite Entgegenkommen verschiedener Erzeugerfirmen von Elektrowärmegeräten eine ansehnliche Lehrsammlung mit den verschiedensten Haushaltsgeräten eingerichtet werden konnte, wovon Abb. 2 die Schausammlung von elektrischen Heißwasserbereitern darstellt. An Hand von Modellen, Schnittmustern, Zeichnungen, Lichtbildern und fertigen Geräten kann so den Studierenden der Aufbau gezeigt und dargelegt werden, wie man zur Vermeidung von Energieverlusten bestrebt ist, in den Geräten eine möglichst hohe Heizleistung bei geringen Abmessungen unterzubringen und das Wärmespeichervermögen kleinzuhalten. Es kann klar veranschaulicht werden, wie die Geräte gestaltet werden müssen, damit bei möglichst geringen Übertemperaturen der Heizleiter mit Rücksicht auf ihre Lebensdauer eine gute Wärmeübertragung an das Heizgut erfolgt. Schließlich lernt der Studierende an den Stücken der Lehrsammlung auch die Maßnahmen kennen, die zwecks Vermeidung der Berührungsgefahr zur einwandfreien und auch bei höheren Temperaturen wirksamen Isolierung der stromführenden Teile getroffen werden müssen.

Abb. 3. Versuchsmessung an einem Absorptions-Kühlschrank.

Um die Studierenden auch mit den Betriebseigenheiten der einzelnen Geräte, mit den zu ihrer Beurteilung erforderlichen Messungen und mit den in der Elektrowärmetechnik wichtigen Begriffen von Anheizzeit, Wärmespeicherung und Wärmeübergang völlig vertraut zu machen, werden in den Übungen von den Studierenden selbst Versuchsmessungen an handelsüblichen Geräten ausgeführt. Dabei lehnen sich die gestellten Aufgaben stark an die vorbildlichen Forschungsarbeiten der Vereinigung der Elektrizitätswerke und des Forschungsinstitutes für Elektrowärmetechnik an der T. H. Hannover an und erstrecken sich auf Bestimmungen des Leistungsverbrauchs, des Wärmeüberganges, der Heizleitertemperaturen und der Temperaturregelbarkeit bei Heizgeräten und Kühlschränken (Abb 3). Zwar kann schon mit Rücksicht auf die beschränkte Zeit nicht jedes vorhandene Gerät eingehend untersucht werden. Die Auswahl der Übungsarbeiten wird aber so getroffen, daß die Studierenden die wichtigsten Gesichtspunkte für den Bau, Betrieb und die Untersuchung von Haushaltgeräten kennenlernen.

Elektrische Industrieöfen. Nicht so einfach wie bei den Haushaltgeräten gestaltete sich die Auswahl der Einrichtungen für die industrielle Elektrowärme. Ihre wichtigsten Vertreter, die in den chemischen und Hüttenwerken schon sehr zahlreich verwendeten Elektroöfen für die Erzeugung von Graphit und Kalziumkarbid, zum Schmelzen von Stahl, Kupfer, Aluminium und deren Legierungen und zum Glühen von Fertigwaren, haben so gewaltige Ausmaße, daß ihre Aufstellung in Laboratoriumsräumen

[2]) Ende 1934 waren in Deutschland bereits 800 elektrische Großküchen und 900 elektrische Backöfen in Betrieb.

praktisch nicht in Frage kommt. Ihre eingehende Behandlung ist aber dringend erwünscht wegen ihrer allgemein anerkannten großen Bedeutung für die Herstellung von hochwertigen Erzeugnissen und wegen der vielen neuen Aufgaben, die an den Elektrotechniker in bezug auf die günstige Auswahl der Heizungsart und

Abb. 4. Raum für Schmelz- und Glühöfen.

der Baustoffe herantreten. Es mußte daher versucht werden, an geeigneten Modellen und kleineren Laboratoriumsöfen (Abb. 4) die Eigenheiten und Vorteile der Induktions-, Lichtbogen- und Widerstandsöfen klarzustellen, die Verwendbarkeit der Baustoffe für die Heizeinrichtung, den Ofenraum und die Isolierung zu erproben und die wichtigsten Betriebsmessungen auszuführen.

So können an einem kleinen Modell eines Induktionsofens mit Eisenkern die Vorteile der induktiven Energieübertragung und der Umwandlung im Wärmegut recht klar erläutert und die dabei auftretenden Stromkräfte gut veranschaulicht werden.

Abb. 5. Betriebsfähige Modelle einer Punkt- und Stumpfschweißmaschine.

Ein kernloser Induktions-, ein Einphasenlichtbogen- und ein Helberger-Tiegelofen ermöglichen Untersuchungen bei höchsten Temperaturen. Widerstandsöfen mit Silit- und Chromnickel-Heizelementen stehen zur Erzeugung von niedrigeren Temperaturen zur Verfügung und dienen zugleich für die Untersuchungen von Temperaturreglern. Mit Rücksicht darauf, daß die größeren Öfen in der Praxis meistens Einzelanfertigungen sind und daß die Beherrschung der hohen Temperaturen und Temperaturgefälle besondere Anforderungen an die Bauweise stellt, werden von den Studierenden neben den Versuchsmessungen auch kurze Berechnungen und zeichnerische Entwürfe von einfachen Ofenanlagen ausgeführt.

Elektroschweißung. Für das Teilgebiet Elektroschweißung, dessen rasche Entwicklung in gleichem Maße vom Elektrotechniker wie auch vom Maschinen-, Brücken- und Schiffsbauer verfolgt wurde, sind die wichtigsten Einrichtungen zur Behandlung der Widerstands- und Lichtbogenschweißung vorhanden.

Die in Abb. 5 dargestellten Modelle einer Stumpf- und Punktschweißmaschine sind zwar nur für kleine Leistungen ausgelegt und gestatten nur Stumpfschweißungen bis zu Querschnitten von 150 qmm und Punktschweißungen von 2 mm starken Blechen, sind aber doch geeignet, um daran Versuche über den Einfluß des Kontaktdruckes und der Pressung, über den Verlauf der Stromstärke und Spannung bei der Schweißung und der auftretenden Temperaturen auszuführen.

Die Lichtbogenschweißung kann mit Gleichstrom sowohl vom Netz als auch mit Hilfe eines Querfeldschweißsatzes ausgeführt werden. Für die Schweißung mit Wechselstrom steht ein Schweißtransformator zur Verfügung (Abb. 6). Der für die Schweißung vom Netz erforderliche Gleichstromwiderstand dient auch zur Belastung bei der Aufnahme der Kennlinien des Schweißsatzes und Transformators.

Wirtschafts- und Tariffragen. Die bisher geschilderte Behandlung von rein technischen Fragen kann aber allein nicht das erstrebenswerte Ziel für die Ausbildung der Studierenden in Elektrowärmetechnik an einer Hochschule

Abb. 6. Lichtbogen-Schweißeinrichtungen.

sein. Vielmehr müssen auch die volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte, die anerkannte Wirtschaftlichkeit und die Tarifgestaltung berücksichtigt werden, Fragen, die vor allem die rasche Entwicklung der Elektrowärmetechnik in den letzten Jahren förderten. An Hand von statistischen Zahlen und Beispielen wird daher den Studierenden dargelegt, wie die Heizung mit elektrischem Strom nicht nur eine weitere Ausnutzung vorhandener Energiequellen, sondern auch eine planmäßige Energieversorgung von Ländern und Bezirken und dadurch die Erhaltung von Kohle-, Erdöl- und Gasvorkommen ermöglicht. Weiter wird an geeigneter Stelle darauf hingewiesen, wie die Anwendung der elektrischen Heizung die Güte der Erzeugnisse erhöht, die Arbeitsbedingungen verbessert und die Arbeits- und Heimstätten sauberer, gesünder und würdiger gestalten läßt.

Ebenso wichtig ist es, daß auch der Einfluß der Elektrowärme auf die Elektrizitätswirtschaft behandelt wird, der sich besonders in einer günstigeren Gestaltung der Belastungskurven und der Ausnützungsziffer der Kraftwerke zu erkennen gibt. Im Zusammenhang mit diesen Fragen wird auch auf die Gestaltung der Stromtarife eingegangen, bei der bekanntlich für Elektrowärmeöfen und -geräte wegen ihrer vorteilhaften Auswirkung auf das Wirtschaftsleben besonders günstige Strompreise vorgesehen werden können.

Forschungsarbeiten. Wenn auch die Elektrowärme in der Technik schon ihre vielseitige Anwendung gefunden hat, so ist ihre Entwicklung doch durchaus noch nicht

abgeschlossen. Wohl sind grundlegende Forschungsarbeiten von der erzeugenden Industrie, vom Institut für Elektrowärmetechnik an der T. H. Hannover und von der Vereinigung der Elektrizitätswerke geleistet worden, aber immer noch steht der Forschung auf diesem Gebiete ein weites Betätigungsfeld offen. Um an den vielen Aufgaben

Abb. 7. Hochfrequenz-Versuchsanlage mit umlaufender Funkenstrecke.

für die Weiterentwicklung der Elektrowärmegeräte und -öfen sowie der Elektroschweißung mitzuarbeiten, wurden bereits während des Aufbaues der Einrichtungen auch Forschungsarbeiten in Angriff genommen. Zunächst wurden solche Arbeiten vorgesehen, die eine praktische Bedeutung haben und in einem näheren Zusammenhang mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten des Institutes standen. Auf diese Weise konnten die auf anderen Gebieten im Institut gewonnenen Erfahrungen weiter ausgenutzt und vorhandene Apparaturen wieder verwendet werden, so daß die Kosten der Forschungsarbeiten auf ein Mindestmaß beschränkt blieben. Zunächst wurden anschließend an frühere Arbeiten über die Kontaktfrage[3]) Untersuchungen über die Schweißung von dünnen Drähten und Bändern ausgeführt[4]). In Anlehnung an die Hochspannungsfunkenmessungen des Institutes werden zur Zeit Versuche an einer Induktions-Schmelzanlage mit umlaufender Funkenstrecke (Abb. 7) mit Unterstützung der Helmholtz-Gesellschaft und unter Mitbenutzung des im Institut entwickelten Kathodenstrahl-Oszillographen ausgeführt. Andere Forschungsarbeiten behandeln die Wärmeabgabe von Heizleitern, die Wärmeübertragung bei hohen Temperaturen, die Durchwärmungszeit und die Wärmeverluste bei elektrischen Öfen.

Zusammenfassung.

Um den Studierenden das nötige Rüstzeug auf dem Gebiete der Elektrowärme in die Hand zu geben, das sie später in der Praxis brauchen, wurden im Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik besondere Einrichtungen geschaffen. Die Studierenden haben die Möglichkeit, rechtzeitig die Grundlagen der Elektrowärmetechnik kennenzulernen, die sie später, sei es als Entwurfs- und Werbeingenieur von Elektrowärmefirmen, als Fachbearbeiter in der Stahl-, Hütten- und chemischen Industrie oder bei der Werbung und Behandlung von Strompreisfragen mit Vorteil verwenden können. Von seiten der Studierenden wird der Elektrowärme an der Hochschule großes Interesse entgegengebracht. So konnten in den letzten Jahren bereits verschiedene Diplomarbeiten auf diesem Gebiet angefertigt werden, die zum Teil technische Entwürfe, zum Teil Versuchsmessungen betrafen und Lichtbogen-, Induktionsöfen und Elektroschweißungen behandelten. Eine weitere Arbeit wurde in Gemeinschaft mit der Versuchsschießstrecke Reiche Zeche, Freiberg/Sa., über die elektrische Zündung von Gasgemischen ausgeführt.

[3]) Vgl. die Arbeiten: L. Binder, Elektrotechn. u. Maschinenb. 30 (1912) S. 781; Wiss. Veröff. Siemens-Werke 1922 (H. II) S. 158; ETZ 53 (1932) S. 1241; Z. techn. Physik 13 (1932) S. 442. E. Contius, Diss. T. H. Dresden 1929. G. Berg, Diss. T. H. Dresden 1933.

[4]) O. Zdralek u. J. Wrana, ETZ 56 (1935) S. 579; J. Wrana, ETZ 56 (1935) S. 991. O. Zdralek, Helios 42 (1936) S. 541.

Das überstromfreie Anlassen des klassischen Käfigankermotors beliebig hohen Kurzschlußstromes.

Von Dipl.-Ing. **Karl Obermoser VDE**, Berlin.

621. 316. 717 : 621. 313. 333. 2

Übersicht. Da sich der klassische Kurzschlußankermotor für den höchsten Leistungsfaktor und Wirkungsgrad auf Grund einer besonders glücklichen Raumaufteilung bauen läßt, die sofort beeinträchtigt wird, wenn die Läuferwicklung für den Anlauf abgeändert wird, entsteht die Aufgabe, anstatt mit Anlaßmaßnahmen in den Motor einzugreifen, ähnlich wie beim Gleichstrommotor einen restlos außerhalb des Motors bleibenden Anlasser zu schaffen. Ein solcher, zugleich den Anlauf sogar gegen Überlast überstromfrei und selbsttätig bewältigender Anlasser wird beschrieben.

Daß der klassische Käfigankermotor mit dem günstigsten Wirkungsgrad gebaut werden kann, für den sich ein Elektromotor überhaupt bauen läßt, beruht darauf, daß sich bei ihm die denkbar beste Raumausnutzung des aktiven Materials für die magnetischen und elektrischen Leitfähigkeiten erzielen läßt. Wie die Abb. 1 für den bekannten geschlossenen Kraftflußpfad des die Ständer- und Läuferwicklung gemeinsam durchsetzenden Drehfeldes — unter Vernachlässigung der Streuung — schematisch zeigt, handelt es sich bei der Unterbringung der elektrischen Leitfähigkeit in den Nuten und der magnetischen Leitfähigkeit in den Zähnen für den radial hindurchtretenden Kraftfluß jeweils um einen gemäß dem Öffnungswinkel α sektorartig von außen nach innen sich verengenden Raum. Es kann nun gar nicht günstiger zusammentreffen, daß außen für die Ständerwicklung mit ihrer unerläßlichen Isolation und ihrem schlechteren Nutenfüllfaktor auch der weitere Raum zur Verfügung steht, innen in der Zone der Läuferwicklung aber durch den Fortfall jeglicher Isolation

Abb. 1. Schematische Darstellung der Raumaufteilung im Kraftflußweg des Induktionsmotors.

und durch die Käfigstabwicklung mit dem Nutenfüllfaktor 1 der kritischen Raumverknappung auf das wirksamste begegnet wird. Diesen so glücklich sich ergebenden Raum nun nicht weitestgehend für die höchste Leitfähigkeit der Läuferstäbe und der Läuferzähne auszunutzen und so den kleinsten Schlupf und damit besten Wirkungsgrad, sowie zugleich den kleinsten Magnetisierungsstrom und damit

besten Leistungsfaktor zu gewinnen, sondern ihn aus Rücksicht auf den Anlauf für isolierte Wicklungen oder zusätzliche Wicklungsgestaltungen irgendwie zu verbrauchen, erscheint bedauerlich, wenn man außerdem bedenkt, daß der Anlauf, gemessen an der eigentlichen Laufzeit, zumeist nur einen kurzen Vorgang darstellt[1]). Es entsteht also die Aufgabe, für den Drehstrom-Induktionsmotor eine Anlaßeinrichtung zu schaffen, die restlos außerhalb des Motors anwendbar bleibt, ähnlich wie dies ja z. B. beim Gleichstrommotor schon immer der Fall war.

Während es nun aber beim Gleichstrommotor lediglich der Spannungsherabsetzung am Anker durch den Widerstand des Anlassers bedarf, und das Feld, gegenüber dem der Anker wirkt, in voller Stärke beibehalten werden kann, so daß also im Anlauf z. B. zum 1,7fachen Strom praktisch auch das 1,7fache Nennmoment wie im Betriebszustande gehört, zieht beim Induktionsmotor die Herabsetzung der Ständerspannung unvermeidbar zugleich eine empfindliche Feldschwächung nach sich, so daß schließlich dem 1,7-fachen Strom nur Bruchteile des Nennmomentes für das Anlassen zugeordnet sind und dies um so schlimmer, je weitgehender die Spannungsherabsetzung wegen des Kurzschlußstromes getrieben werden muß. Dieser Schwierigkeiten wird nun ein von mir in einem früheren Entwicklungsstadium vorgeschlagenes Anlaßverfahren[2]) Herr, das neben dem Ständerschaltgerät in gemeinsamer Anwendung eine Anlaßkupplung besonderer Einrückweise (Albokupplung, Zeitverzögerungskupplung)[3]) vorsieht, unter deren Schutz der Motor so weitgehend lastfrei gehalten wird, daß sie ihn, trotz außerordentlicher Drehmomentschwächung, für sich allein bis in Synchronismusnähe hochlaufen läßt, dort dann die Anlaßstufe mit der Vollstufe stromstoßfrei vertauschen läßt und, nicht früher mit ihrem Lastanwerfmoment von bemessener Größe einsetzend, sodann die mit der Last verbundene Kupplungshälfte auf die Motordrehzahl selbsttätig mit einem Drehmoment nachholen läßt, das bereits einen Belastungsfall im schon gewonnenen Betriebszustand darstellt, wobei dann z. B. zum 1,7fachen Nennstrom praktisch auch 1,7faches Nennmoment für den Lastanlauf gehört. Bei dieser, die Anlaßaufgabe streng außerhalb des Motors lösenden Anlaßeinrichtung bedingt das zeitliche Zusammengreifen ihrer beiden Bestandteile eine scharfe Trennung von Motoranlauf und Lastanlauf; das Lastmoment greift nicht in den Motoranlauf hinein und, ebenso wie die Anlaßkupplung auf der Motorwelle durch ihr Drehmoment allein den beim Lastanlauf auftretenden Strom vorschreibt, schreibt das Ständerschaltgerät allein den Strom des Motoranlaufs vor, nach Maßgabe der von ihm hervorgebrachten Herabsetzung des Motorkurzschlußstroms. Der Motoranlauf verläuft hier in einer Zeit von der Größenordnung einer Sekunde.

An einem solchen Schaltgerät mit ausreichend weitgehender Herabsetzung hat es aber bisher gefehlt, da Kurzschlußströme vom 6- bis 9fachen Nennstrom, wie sie beim Motor ohne Anlaufrücksichtnahme zu meistern wären, durch die bei der Sterndreieckschaltung nur mögliche Drittelung[4]) nicht mehr auf den 1,7fachen Nennstrom gebracht werden können, die Sterndreieckschaltung hier also versagt. Auch die Anwendung der reinen Spannungssenkung in Abkehr von der Sterndreieckschaltung, wo die Drehmomentschwächung der Stromherabsetzung proportional bleibt, versagt, da das dann mit dem Quadrat der Stromherabsetzung zurückgehende Drehmoment noch nicht einmal mehr zum Leeranlauf sicher ausreicht. Die Lösung ist in der Vervollkommnung der Sterndreieckschaltung mit einer Drosselspule in einer neuartigen Anordnung des Schaltgerätes gefunden worden, die sich auch sonst in die mit der Eigenart des Anlaßverfahrens gegebenen Möglichkeiten vorteilhaft einfügt.

Zunächst bedarf es, wie sich für den Fall gleicher Phasenlage mit der Netzspannung U_n zeigen läßt, für die Herabsetzung des Kurzschlußstromes $I_{k\Delta}$ auf die Stromaufnahme I_a der Anlaßstufe einer Drosselspannung

$$U_d = \frac{U_n}{\sqrt{3}}\left(1 - 3\frac{I_a}{I_{k\Delta}}\right)$$

wonach sich z. B. für Herabsetzung vom 9fachen Kurzschlußstrom auf 1,7fachen nur eine Drosselspannung U_d von rd. 25 % der Nennspannung U_n ergibt. Zur Erfüllung der vorausgesetzten Phasenübereinstimmung, bei der übrigens zugleich die erforderliche Drosselspannung U_d am kleinsten wird, ist es bei einem um 0,5 herum liegenden

Abb. 2. Schaltgerät in Abschaltstellung.

Abb. 3. Schaltgerät in Anlaßstufe.

cos φ des Kurzschlußstromes geradezu erforderlich, die Drossel gegenüber dem, was man sonst von einer Drossel zu verlangen pflegt, absichtlich schlecht, d. h. mit entsprechend großen Verlusten zu bauen. Gerade dies paßt nun ausgezeichnet dazu, daß die Wicklung — da ja der Strom I_a mit dem Motoranlauf schon in der Zeit von der Größenordnung einer Sekunde auf den sehr kleinen Leerlaufwert zurückgeht — mit außerordentlich hoher Strombelastung, d. h. verhältnismäßig hohen Widerständen ausgeführt werden kann. Weiter ist es ein Vorteil, daß man hierbei bis an die äußerste Grenze gehen (und die Drossel besonders billig bauen) kann, wenn sich die Drossel zum frühest möglichen Zeitpunkt von selbst abschaltet. Gemäß den Abb. 2 bis 4 gelingt es sogar, dies durch die magnetische Zugkraft des Drosselspulen-Kraftflusses zu bewirken und dabei auch noch den Schalter selbsttätig zur Vollspannung umzulegen. Endlich kann man das Gerät mit einer bloßen Schwenkung des Bedienungsteiles zwischen „Aus“ und „Ein“ betätigen,

Abb. 4. Schaltgerät in Vollschaltung „Dreieck“.

Abb. 5. Schaltung der Anlaßstufe der vervollkommneten Sterndreieckschaltung.

[1]) Im Falle der Schleifringwicklung entsteht z. B. in 2400 Betriebsstunden des Vollastlaufes eines 11 kW-Motors (n_s = 1500) ein Mehrverbrauch von fast 700 kWh gegenüber dem echten Käfigankermotor gleicher Nennleistung, eine Einbuße, die bei Sonderankern, Mehrnut-, Wirbelstrom- und ähnlichen Anlaufhilfswicklungen je nach Wirksamkeit ebenfalls von dieser Größenklasse ist.

[2]) Obermoser, ETZ 46 (1925) S. 521; 48 (1927) S. 42, 76, 153, 186.

[3]) Nicht zu verwechseln mit einer hierzu grundsätzlich ungeeigneten Fliehkraftkupplung der alten Drehzahl-Einrückweise, gleichgültig welcher Bauart.

[4]) In manchen Taschenbüchern findet sich die irrtümliche Angabe $1/\sqrt{3}$, wobei übersehen wird, daß der Kurzschlußstrom I_k in der Zuleitung bei Dreieck für den zugleich an der Vollspannung U liegenden Wicklungszweig von Hause aus nur $I_k/\sqrt{3}$ beträgt und somit in Stern proportional der Spannungssenkung auf $U/\sqrt{3}$ sich zu $I_k/3$ ergibt.

ohne beim Abschalten durch die Anlaßstufe hindurch zu müssen.

Das schematisch für nur einen Zweig des Drehstromsystems dargestellte Schaltgerät (die beiden anderen Zweige zeigen dieselbe Anordnung) besteht aus einem Netzschalter und einem Umschalter. Beide sind mit beweglichen, durch Litzen an die Motorwicklung *UVW* bzw. *ZXY* angeschlossenen Kontaktklötzen in zwei diametral gegenüberliegenden Kreisbahnen ausgerüstet; die Klötze sind durch eine in der Mitte durch ein Isolierstück unterbrochene Zugfeder verbunden. Das (nicht dargestellte) Bedienungselement schiebt beim Einschalten im Uhrzeigersinn den Netzschalter so lange auf seiner Kreisbahn vor sich her (Abb. 2), bis er die Lage gegenüber dem Umschalter auf der Kreisbahn, über den doppelten Reibungswinkel hinaus, erreicht hat. In diesem Augenblick des Überschreitens der Kipplage schnellen beide Kontaktklötze in Richtung des den Netzanschluß *RST* liefernden Kontaktbügels. Dieses Davonschnellen wird jedoch nur dem Netzschaltklotz erlaubt, der so in Momentschaltung die Anfänge der Motorwicklung ans Netz legt, während der Umschaltklotz gemäß der Abb. 3 an seiner Nase von der auf der Drossel isoliert angeordneten Sperrklaue festgehalten wird, die zugleich den Anfangspunkt der Drosselspule liefert, deren Endpunkt mit den Nachbardrosseln der beiden anderen Zweige zum gemeinsamen Sternpunkt *0* verknüpft ist, wobei für den Stromübergang vom Umschaltklotz zur Drossel die Sperrkraft an der Nase den Kontaktdruck liefert. Damit ist dann das Schaltbild mit der eingefügten Drossel gemäß der Abb. 5 verwirklicht.

I Strom in der Zuleitung *n* Motordrehzahl U_{dr} Drosselspannung

Abb. 6. Erzieltes Anlaufoszillogramm des echten Käfigankers.

In dieser Anlaßstufe fährt der Motor, seine Drehmomententwicklung ausschließlich zur eigenen Beschleunigung verwendend, gemäß der linken Hälfte des Oszillogramms der Abb. 6 an. Wenn er in rd. 1 s mit seiner Drehzahl *n* auf den Beharrungswert in Synchronismusnähe gelangt ist, ist der Strom *I* und damit auch die Drosselspannung U_{dr} und der Drosselkraftfluß so weit zurückgegangen, daß der zunächst angezogene Anker der Drossel (Abb. 3) infolge der schließlich in zeitlich sehr vorteilhaftem, scharfem Abstiege zurückgehenden magnetischen Zugkraft sich gegenüber der Ankerfeder nicht mehr halten kann und abgerissen wird. Damit fehlt aber der um einen Drehpunkt schwenkbar angeordneten Drossel die Möglichkeit, die Sperrung des Umschalters an dessen Nase noch länger aufrecht zu erhalten. Dieser schnellt, sie beiseite klappend, nun auch seinerseits zum Netzkontaktbügel *RST*, wo er gemäß der Abb. 4 die Vollschaltung „Dreieck" herstellt, wobei die Zugfeder zugleich den Kontaktdruck für eine jeweils individuelle Kontaktgebung liefert und die kinetische Energie der auftreffenden Schaltklötze im Entlanggleiten an den Kontaktflächen abgebremst wird. Das Mittel, das in der Anlaßstufe den Kurzschlußstrom des Motors ausreichend klein erzwingt, nämlich die Drossel, hat sich mit dem Übergang zur Vollschaltung — ohne Hilfskontakte — aus der Schaltung entfernt, vermag also in keiner Weise den Laufzustand des Motors zu beeinträchtigen. Das Umschalten geschieht mit Leerlaufströmen.

Die Wirkungsweise einer besonders für ein derartiges Schaltgerät weiterentwickelten Anlaßkupplung (als Anlaßriemenscheibe und auch als Anlaßwellenkupplung gestaltbar), unter deren Schutze anderseits das Schaltgerät arbeitet, geht aus der schematischen Darstellung der Abb. 7 bis 9 hervor. Im Hohlraum der z. B. als Riemen-

Abb. 7. Anlaßkupplung (Schnitt längs der Achse).

Abb. 8. Anlaßkupplung während des Motoranlaufs (Schnitt senkrecht zur Achse).

Abb. 9. Anlaßkupplung eingerückt (Schnitt senkrecht zur Achse).

Zeichenerklärung zu Abb. 7 bis 9.

1 Antreibernabe
2 Antreiberscheibe
3 Gehäusedeckel
4 Kranz
5 Schwungkörper
6 Traversen
7 Aussparungen
8 Horn
9 Reibkörper

scheibe ausgebildeten Kupplung, deren Kranz *4* sich nach Art einer Leerscheibe um die auf die Motorwelle aufgekeilte Nabe *1* dreht, ist ein Schwungkörperpaar *5* beweglich angeordnet, das nach dem Einrücken der Kupplung dazu bestimmt ist, wie eine Innenbackenbremse am Innenumfang des Kranzes *4* anzugreifen. Diese Schwungkörper *5* arbeiten mit an ihnen in gekapselten Rollenlagern (Abb. 7) ordnungsmäßig gelagerten Traversen *6* mit Aussparungen *7* zusammen, die am Umfange der Antreiberscheibe *2* diametral gegenüberliegen und jeweils ein Hörnerpaar *8* (Abb. 8 u. 9) entstehen lassen. Springt der Motor mit dem Einlegen des Schalters in die Anlaßstufe, z. B. im Linkslauf, an, dann kann das lose eingelegte System der Schwungkörper *5*, das wegen seiner Trägheit im ersten Augenblick noch liegen bleibt, an dieser Bewegung erst dann teilnehmen, wenn es gemäß der Abb. 8 mit seiner Traverse *6* im Nutengrund anschlägt und mitgenommen wird.

In dieser Stellung, in der die Fliehkraft von den Hörnern *8* an den Traversen *6* abgefangen und unschädlich gemacht ist, müssen die Schwungkörper *5*, die am selben Beschleunigungsgesetz wie die Motorwelle gemäß der Drehzahlkurve *n* der Abb. 6 teilzunehmen gezwungen sind, durch die Beschleunigungskräfte so lange verharren, bis schließlich mit der Annäherung an den Synchronismus die Beschleunigung entfällt. Die von nun an sich selbst überlassenen Schwungkörper beginnen in diesem Augenblick, der mit der selbsttätigen Freigabe des Schaltgeräts zur Umschaltung zusammenfällt, einzurücken, indem sie mit ihren Traversen *6* auf den leicht abschüssigen Hörnerflächen abrollen. Sobald sie dann am Ende der Hörner *8* angelangt sind, werden sie durch die Fliehkraft nach außen gedrängt, stützen sich mit ihren Reibkörpern *9* am Innenumfang des Kranzes *4* ab und rücken die Kupplung als Innenbackenbremse ein; die Mitnahme erfolgt jetzt an den

sich gegen die Stirnflächen der Hörner *8* legenden Traversen *6* (Abb. 9).

Während die Kupplung so sich anschickt, einzurücken, führt der freigegebene, raschere Schalter den Übergang zur Vollschaltung am Motor herbei. Dabei entsteht unvermeidbar als mechanische Begleiterscheinung des Schaltvorganges ein „Ruck" im Läufer[5]), der den Antreiber *2* mit den Hörnern gegenüber den abrollenden Traversen zurückwirft, diesen sozusagen den Boden entzieht, und den Einrückvorgang erzwingt. Mit dem Bremsmoment der so eingerückten Kupplung von bemessener und einstellbarer Größe wird alsdann die Last angeworfen bzw. auf die Motordrehzahl ebenfalls selbsttätig nachgeholt, so daß es also lediglich des Umlegens des Schalthebels bedarf, um den Gesamtanlaßvorgang mit restlos außerhalb des Motors bleibenden Mitteln völlig selbsttätig, überstromfrei und weitgehend lastunabhängig sich vollziehen zu lassen[6]).

Zur Abschaltung wird der Netzschalter in Momentschaltung vom Bedienungsgriff zurückbewegt, wobei die Kipplage erneut überschritten wird, so daß auch der Umschalter in die Lage der Abb. 2 zurückschnellt, der dann seinerseits am oberen Zinken der Sperrklaue die Drossel zurückklappt. Mit dem Motorstillstand werden die Schwungkörper *5* der Kupplung durch Federkraft wieder einwärts geholt.

Die Gesamteinrichtung ist im übrigen in sinngemäßer Anwendung auch für den Einphasen-Kurzschlußankermotor geeignet, wobei die Drossel auch in den Dienst besonderer Schaltungen gestellt werden kann.

Zusammenfassung.

Mit dem beschriebenen, voll außerhalb bleibenden Anlaßgerät — bestehend aus einer auf dem Motorwellenstumpf sitzenden, besonderen selbsttätigen Anlaßkupplung einerseits und einem in vervollkommneter Sterndreieckschaltung selbsttätig arbeitenden Schaltgerät in der Motorzuleitung anderseits — wird der nun für den höchsten Wirkungsgrad und Leistungsfaktor gestaltbare Käfigankermotor beliebig hohen Kurzschlußstromes, unabhängig von Bedienung und Lastschwere, zwangläufig überstromfrei anlaßbar.

[5]) Vgl. Obermoser, ETZ 46 (1925) S. 524. Abb. 3.

[6]) Über die aus der Eigenart der Gesamtanordnung sich weiterhin ergebenden besonderen anlaßtechnischen Einzelheiten und über die elektrizitätswirtschaftlichen Auswirkungen siehe Elektr.-Wirtsch. 35 (1936) H. 16.

Elektronenvervielfacher.

537. 533. 8

Der seit langem bekannten Erscheinung der Auslösung von Sekundärelektronen beim Auftreffen eines Primärelektrons auf eine Metallplatte wird in den letzten zwei Jahren große Beachtung geschenkt. In den Laboratorien der Radio Corporation of America wurden unter Zugrundelegung dieses Effekts von Zworykin und seinen Mitarbeitern einige Anordnungen entwickelt, die von hoher technischer Bedeutung sind[1]). Die grundsätzliche Aufgabe besteht darin, eine Anordnung zu schaffen, die eine mehrfache Reflektion der Elektronen erreicht. Im Gegensatz zu dem Elektronenvervielfacher von Farnsworth, der mittels einer hochfrequenten Wechselspannung Elektronen zwischen zwei Metallplatten hin- und zurückpendeln läßt, benutzt Zworykin Anordnungen, die durch elektrische oder magnetische Felder die Elektronen so in ihrer Bahn beeinflussen, daß mehrere Reflektionen zustande kommen.

Die Reflektionsflächen müssen geeignet vorbereitet werden. Ebenso wie bei den lichtelektrischen Zellen erwiesen sich die Metalle mit geringer Austrittsarbeit als besonders vorteilhaft, wobei Oxydzwischenschichten dieser Metalle eine weitere Steigerung der Sekundäremission zur Folge hatten. Als Unterlage für diese Schichten zeichneten sich besonders Silber, Beryllium und Zirkon aus. Sie werden oxydiert und darauf das Alkalimetall niedergeschlagen. Bei der Formierung bilden sich dann Alkalioxydschichten, die noch mit einer sehr dünnen Alkalihaut überzogen sind. Von Bedeutung ist weiterhin die Geschwindigkeit der auftreffenden Primärelektronen. Bei einer Beschleunigungsspannung von etwa 450 V kann ein Elektron 8 bis 10 Sekundärelektronen aus solchen Schichten befreien. Bei dreifacher Reflektion ist also eine mehr als 500fache Verstärkung möglich.

Abb. 1. Elektronenvervielfacher mit elektrostatischem Feld.

Die einfachste Anordnung benutzt elektrostatische Felder, deren Aufbau am deutlichsten aus der Abb. 1 ersichtlich ist. Von *P* kommen die Primärelektronen, die z. B. lichtelektrisch ausgelöst worden sind, werden durch die Elektronenlinse L_1 in einem möglichst kleinen Fleck (R_1) vereinigt und erzeugen in diesem Punkt ein Mehrfaches an Sekundärelektronen. Die in R_1 befreiten Elektronen werden durch eine weitere Elektronenlinse L_2 zu einem kleinen Bündel in R_2 vereinigt und erzeugen neue Sekundärelektronen. Dieser Vorgang kann so oft wiederholt werden, bis durch die Raumladung eine Grenze gesetzt ist.

Abb. 2. Elektronenvervielfacher mit magnetischem Feld.

Eine Anordnung, die besonders hohe Verstärkung erzielen läßt, ist der magnetische Elektronenvervielfacher, dessen Grundzüge aus Abb. 2 hervorgehen. Von *P* her kommen Elektronen, die durch auf die erste Platte fallendes Licht ausgelöst werden. Diese werden durch die Elektrode E_1 beschleunigt und in ihrem Flug durch ein magnetisches Feld auf R_1 gelenkt, wo sie Sekundärelektronen auslösen. Der Vorgang kann mehrmals wiederholt werden, bis die Elektronen von der Elektrode *A* endlich aufgefangen werden. Durch die Anordnung der Beschleunigungselektroden *E* wird den Elektronen eine genügende Anfangsgeschwindigkeit erteilt, so daß eine Raumladung vermieden wird. Außerdem werden Primär- und Sekundärelektronen sauber getrennt. Durch das Zusammenwirken von elektrischen und magnetischen Feldern werden die Elektronen von einer Platte zur andern gebündelt.

Gegenüber dem normalen Verstärker mit Glühkathodenröhren, dessen Nutz- zu Störamplitudenverhältnis in der Hauptsache gegeben ist durch die Daten der Kopplungselemente zwischen einer Photozelle und der ersten Verstärkerröhre, wird dieses Verhältnis bei dem Elektronenvervielfacher um mehr als 100mal besser. Die Geräuschspannung wird hier in der Hauptsache durch den Schroteffekt in der Photozelle verursacht. Die noch dazukommenden Schwankungen bei der eigentlichen Sekundäremission sind bisher kaum untersucht. Ein weiterer Vorteil des Elektronenvervielfachers ist die Frequenzunabhängigkeit bis zu einigen 10^8 Hz. *Hma.*

[1]) Electronics 8 (1935) S. 10.

RUNDSCHAU.

Hebezeuge und Massenförderungen.

621. 34-523. 2 : 621. 87 **Steuerung für Drehstrom-Hebezeuge mit zwei Hubgeschwindigkeiten.** — Übersteigt das Verhältnis der Hubgeschwindigkeiten den Wert 1 : 2, wofür eine normale polumschaltbare Wicklung ausgeführt werden kann, sind entweder getrennte Motoren oder ein Motor mit zwei Wicklungen für verschiedene Polzahlen zu wählen. Die Steuerung wird selbst bei Kurzschlußmotoren dadurch verwickelt, daß gleichzeitige Speisung beider Motoren vermieden werden muß, da in diesem Falle der kleinere Motor vom größeren angetrieben mit dem Vielfachen der Nenndrehzahl laufen und einen Strom aufnehmen würde, welcher den Kurzschlußstrom übersteigt und die Wicklung unnötigerweise erwärmt. Außerdem soll möglichst von einer Geschwindigkeit auf die andere übergangen werden können, ohne daß die Last inzwischen abgebremst wird. Eine einfache Lösung dieser Anforderungen, bei welcher außer einem Druckknopfumschalter nur zwei Schütze erforderlich sind, ist aus der Abb. 1 ersichtlich.

A Druckknopfumschalter
B Umschaltschütz mit 0-Stellung
C „ ohne „
D, E, F Betätigungsspulen
G Verzögerung
H, I Hilfskontakte
M Bremsmagnet
R, S, T Drehstromnetz
W_I Ständerwicklung für höhere Drehzahl
W_{II} Ständerwicklung für niedrigere Drehzahl
a bis *h* Kontakte am Druckknopfumschalter

Abb. 1. Steuerschaltung für Drehstromhebezeuge mit zwei Hubgeschwindigkeiten.

Der Druckknopfumschalter *A*, der infolge der Wirkung einer Feder stets in die Mittellage zurückspringen will, besitzt auf jeder Seite zwei Schaltstellungen. Beim Betätigen schließen zuerst die Kontaktpaare *ab* bzw. *ad*, wodurch der Stromkreis der Spulen *D* bzw. *E* geschlossen und Umschaltschütz *B* aus der Mittellage in die obere und untere Endlage geschaltet wird. Hierdurch erhalten Bremsmagnet und Motorwicklung Strom. Die zwei Ständerwicklungen sind in Reihe geschaltet, während der Motor für die höhere Drehzahl vorerst kurzgeschlossen ist. Erst wenn der Druckknopfumschalter weiterbewegt und die Kontaktpaare *ef* bzw. *gh* geschlossen werden, erhält die Spule *F* des Schützes *C* Strom, der Kurzschluß der Wicklung für die höhere Drehzahl wird aufgehoben und der andere Motor kurzgeschlossen, ohne daß der Bremsmagnet inzwischen betätigt wird. Beim Heben der Last kann die Hubgeschwindigkeit beliebig oft gewechselt werden, das Anfahren geschieht jedoch immer mit der kleineren Geschwindigkeit. Um ein unbeabsichtigtes Überschalten auf die hohe Geschwindigkeit zu verhindern, kann der Schalter außer der Rückzugfeder mit einer zweiten, stärkeren ausgerüstet werden, welche erst dann in Tätigkeit tritt, wenn von der ersten Stufe weitergeschaltet wird; hierdurch ergibt sich eine fühlbare Grenze zwischen den Schaltstufen.

Beim Senken der Last erhält Spule *E* über die Verzögerung *G* Strom, und die Last beginnt langsam die Abwärtsbewegung. Beim Weiterschalten erhalten wir den rascheren Gang, gleichzeitig wird das Kontaktpaar *ef* über die Hilfskontakte *H, I* überbrückt, wodurch die größere Senkgeschwindigkeit so lange eingeschaltet bleibt, bis Schütz *B* in die Mittellage zurückkehrt. Ein Zurückschalten auf die kleinere Geschwindigkeit ist beim Senken unmöglich. Dies hat folgenden Grund: Beim Senken der Last mit der höheren Geschwindigkeit arbeitet der Hubmotor als asynchroner Generator mit übersynchroner Drehzahl auf das Netz. Würde er hierbei auf die kleinere Geschwindigkeit zurückgeschaltet werden, ginge — falls das Getriebe nicht selbsthemmend ist — der Motor für die kleinere Drehzahl durch, da sein Kippmoment das Moment der mit der größeren Geschwindigkeit sinkenden Last nicht erreicht. Um dies zu verhindern, ist die Schaltung so ausgeführt, daß beim Senken nur über die Mittelstellung des Umschalters auf die kleinere Geschwindigkeit zurückgeschaltet werden kann; außerdem ist die Verzögerung „*G*“ auf einen solchen Wert eingestellt, daß die Last vollkommen zum Stillstand gekommen ist, bevor der Bremsmagnet wieder öffnet. Ein Durchgehen des Motors, d. h. Herabstürzen der Last ist hierdurch beim Senken verhindert, könnte jedoch noch eintreten, wenn vom Senken mit hoher Geschwindigkeit plötzlich auf Heben mit der kleinen Geschwindigkeit übergegangen wird. Dies könnte durch Einbau einer Verzögerung vor die Spule *D* vermieden werden, doch dürfte dies im allgemeinen nicht notwendig sein, da der Umschalter so ausgeführt werden kann (durchgehender Druckknopf, der auf beiden Seiten aus dem Gehäuse ragt), daß der Finger auf die andere Seite des Umschalters gelegt werden muß, wenn Richtungswechsel geschaltet wird; die hierzu erforderliche Zeit genügt zum Abbremsen. P. Boros, Budapest.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 399[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden folgende Strom- und Spannungswandlersysteme zur Beglaubigung zugelassen:

I. Zusatz zu den Systemen 18, 22. Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, und zu den Systemen 16, 23, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom.

II. Zusatz zu System 25, die Formen A 3 P 1 Y, A 10 P 1 Y, A 20 P 1 Y, A 20 P 1 a Y, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, sämtlich hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken, Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 16. Januar 1936.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark.“

Beschreibung[2]):

Zu I. Die durch die Bekanntmachungen Nr. 243 vom 9. Juli 1927[3]), Nr. 266 vom 2. November 1928[4]), Nr. 267 vom 1. November 1928[5]), Nr. 274 vom 15. Juni 1929[6]), Nr. 283 vom 5. Mai 1930[7]), Nr. 294 vom 6. Dezember 1930[8]), Nr. 321 vom 28. Juli 1932[9]) und Nr. 322 vom 3. August 1932[10]) zur Beglaubigung zugelassenen Strom- und Spannungswandlerformen der vorstehend aufgeführten Systeme der Firma Siemens-Schuckertwerke, Aktiengesellschaft in

[1]) Reichsministerialblatt 1936, S. 21.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 399. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 48 (1927) S. 1484.
[4]) ETZ 50 (1929) S. 92.
[5]) ETZ 50 (1929) S. 162.
[6]) ETZ 50 (1929) S. 1202.
[7]) ETZ 51 (1930) S. 1172.
[8]) ETZ 52 (1931) S. 210.
[9]) ETZ 53 (1932) S. 1180.
[10]) ETZ 54 (1933) S. 62.

Nürnberg, erhalten geänderte Formzeichen, und zwar wird den früheren Formzeichen der Buchstabe Y hinzugefügt. Die Ausführung der Wandler bleibt unverändert. Nachstehend sind die neuen Formzeichen aufgeführt:

System	Formzeichen
16	VE 3 Y, VE 3 i Y, VE 3 m Y, VE 6 Y, VE 6 m Y, VE 12 Y, VE 12 m Y, VE 24 Y, VE 24 m Y, VE 35 Y, VE 35 m Y.
18	AE 3 Y, AE 3 i Y, AE 3 m Y, AE 6 Y, AE 6 m Y, AE 12 Y, AE 12 m Y, AE 24 Y, AE 24 m Y, AE 35 Y, AE 35 m Y, AEZ 1 Y, AEZ 3 Y, AEZ 10 Y, AEZ 20 Y, AEZ 30 Y.
22	J 25 Y.
23	V 1 L 6 Y, V 3 N 6 Y, V 3 M A 6 Y, V 10 N 6 Y, V 10 M A 6 Y, V 20 N 6 Y, V 20 M A 6 Y, V 30 N 6 Y, V 30 M A 6 Y.

Zu II. Die durch die Bekanntmachung Nr. 344 vom 11. November 1933[1]) unter dem Systemzeichen 25 zur Beglaubigung zugelassenen Stromwandler der Firma Siemens-Schuckertwerke in Nürnberg erhalten das neue Formzeichen A 10 P 1 Y. Die Wandler können bis zu primären Nennstromstärken von 300 A beglaubigt werden. Die Ausführung der Wandler bleibt unverändert.

Formzeichen	Reihenspannung in kV	Prüfspannung in kV	sekundäre Nennbürde in Ω
A 3 P 1 Y	3	26	0,6
A 10 P 1 Y	10	42	0,6
A 20 P 1 Y	20	64	0,6
A 20 P 1a Y	20	64	1,2

Zu den Wandlern der Form A 10 P 1 Y treten die Stromwandler der Form A 3 P 1 Y, A 20 P 1 Y, A 20 P 1a Y. Die Stromwandler dieser drei Formen können für die Frequenz von 50 Hz, für primäre Nennstromstärken von 1 bis 300 A und für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweilig primär einen Meßbereich. Die Stromwandler der Form A 3 P 1 Y können für eine sekundäre Nennbürde von 0,6 Ω und für eine Reihenspannung bis 3 kV beglaubigt werden. Die Stromwandler der Form A 20 P 1 Y können für eine sekundäre Nennbürde von 0,6 Ω und für eine Reihenspannung bis 20 kV, die Stromwandler der Form A 20 P 1a Y für eine sekundäre Nennbürde von 1,2 Ω und für eine Reihenspannung bis 20 kV beglaubigt werden. Die Prüfspannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Grundplatte beträgt bei den Wandlern der Form A 3 P 1 Y 26 kV, bei den Wandlern der Formen A 20 P 1 Y und A 20 P 1a Y 64 kV.

Die Formzeichen, Reihen- und Prüfspannungen, sowie die sekundären Nennbürden sind nochmals in obiger Zahlentafel wiedergegeben.

Die Stromwandler der Form A 3 P 1 Y gleichen mit Ausnahme des für die Reihenspannung von 3 kV bemessenen Stützisolators dem bereits in der Bekanntmachung Nr. 344 beschriebenen Aufbau der Stromwandler der Form A 10 P 1 Y.

Die Stromwandler der Formen A 20 P 1 Y und A 20 P 1a Y sind grundsätzlich in ähnlicher Weise für die Reihenspannung von 20 kV aufgebaut. Sie werden jedoch nur ohne Schutzkappe um die Primärwicklung ausgeführt. Die beiden Formen unterscheiden sich untereinander durch die verschiedenen Kerne für 0,6 Ω bzw. 1,2 Ω sekundäre Nennbürde.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 192.

Beleuchtung.

621. 32 (7) **Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika 1935.** — Von neueren Lampen ist eine Auto-Scheinwerferlampe zu erwähnen mit zwei waagerecht liegenden Wendeln, von denen die eine etwas höher angeordnet ist als die andere. Durch Umschaltung von der tieferen rechten auf die obere linke Wendel werden die Lichtkegel der Scheinwerfer nach rechts und etwas nach unten verschoben; die rechte Straßenkante wird hierdurch besser beleuchtet, und sich begegnende Kraftwagen können sich nicht mehr blenden. Bei einer anderen Auto-Scheinwerferlampe ist die Vorderseite des Kolbens so weit mit gut eingebrannter schwarzer Email abgedeckt, daß alles die Scheinwerferfläche nicht direkt treffende Licht absorbiert wird. Hierdurch soll die die Erkennbarkeit im Nebel stark störende Streuung vermindert sowie die Blendung von außerhalb des eigentlichen Scheinwerferkegels befindlichen Personen erheblich herabgesetzt werden. Die Reihe der Blitzlichtlampen (Vakublitz) ist durch eine besonders große (von etwa 20 000 Kerzen) und eine besonders kleine bereichert worden. Der obere Teil des Kolbens ist als Bikonvexlinse ausgebildet, um das ausgestrahlte Licht möglichst zusammenzufassen. Bei den farbigen Illuminationslampen mit auf der Innenseite des Kolbens angebrachter Farbschicht ist es gelungen, durch das neue Mittel „Stacol" die bisher beim Brennen auftretende Schwärzung zu verhindern. Für gewisse dekorative Zwecke dient eine 3 W-Fluoreszenzlampe, bei welcher das primär ausgesandte UV-Licht innerhalb der Lampe in verschiedenfarbiges sichtbares Licht umgesetzt wird. Bei den Quecksilberdampflampen konnten durch eine neue Zündelektrode die Zündungsverhältnisse, besonders bei tiefen Temperaturen, verbessert sowie Lichtausbeute und Lebensdauer erhöht werden. Bei den Natriumdampflampen zu etwa 6600 und 11 000 HLm für Straßenbeleuchtung ließ sich der Aufbau dadurch vereinfachen, daß die Kathode direkt durch den Lampenstrom geheizt wird. Die Lampen finden immer ausgedehntere Verwendung in der Beleuchtung von Landstraßen. Die größte derartige Anlage befindet sich in der Nähe der Stadt Olympia (Wash.) mit einer Länge von über 4 km. Installiert sind im ganzen 66 Wechselstrom-Natriumdampflampen zu je etwa 11 000 HLm mit dem neuen Straßenreflektor. Sie sind in 7 m Höhe und in etwa 60 m Abstand über den Fahrbahnen versetzt angeordnet. Die Stromzuführungen laufen über der Straße. Erwähnenswert sind weiter die Beleuchtung der General Edwards Memorial Bridge durch 24 Natriumdampflampen zu je 11 000 HLm und die geplante Beleuchtung der San Francisco-Oakland Bay-Bridge. Ein kleines lichtelektrisches Luxmeter mit den geringen äußeren Abmessungen 57 × 57 × 28 mm und den Meßbereichen 830 bzw. 8300 HLux sei noch erwähnt. [Gen. electr. Rev. 39 (1936) S. 64.] *Schb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 228. 1 **Die Rückwirkung einer umgebenden Flüssigkeit auf die Schwingungen einer Quarzplatte.** — An einer Quarzplatte für eine Welle von 52 m (Plattendicke 0,5 mm, Fläche 3,43 cm²), die nach Straubel[1]) so umrandet ist, daß der Abstand der Umrandung von der Mitte proportional der Wurzel des Elastizitätsmoduls in der betreffenden Richtung ist, wird die Rückwirkung einer umgebenden Flüssigkeit auf die Schwingung eines Quarzes untersucht. Die Messung wird so durchgeführt, daß mit einem Fadenelektrometer die Resonanzspannung eines an einen Sender lose angekoppelten Schwingungskreises abgelesen wird, wenn parallel zum Schwingungskreis der von einer Flüssigkeit umgebene Quarz liegt. Alsdann wird an die Stelle des Quarzes sein hier geltendes Ersatzbild, eine Parallelschaltung eines Kondensators, mit einem Widerstand R angeschlossen und durch Ändern des Widerstandes die gleiche Spannung eingestellt. Verstellt man bei Frequenzänderung die Erregung des Quarzes derart, daß die Spannung konstant bleibt, so liefert der $1/R$-Verlauf, aufgetragen über die Frequenz, die vom Quarz abgegebene Energie. Alle so gewonnenen Kurven zeigen eine Quarzresonanz, die um etwa ein oder einige Prozent über der Resonanzfrequenz in Luft liegt.

Berechnet man mit Hilfe der am Quarz liegenden Spannung die in der Flüssigkeit erzeugten Druckamplituden, so zeigt sich, daß diese um einige Zehnerpotenzen größer als die gemessenen sind. Dies wird dadurch erklärt, daß die Flüssigkeit sich vom schwingenden Quarz ablöst, dieser zumeist freischwingt und nur bei seiner äußersten Ausdehnung kurzzeitig an die abgelöste Flüssigkeitsfläche hämmert. Die freie Quarzschwingung entartet also zu einer anharmonischen. Hierfür wird eine mathematische Ableitung gebracht, die auch das Verschieben der Resonanz zu höheren Frequenzen erklärt. — Die Messungen, die sowohl mit fortschreitenden wie auch stehenden Schallwellen durchgeführt werden, zeigen weiter den Einfluß des Haftvermögens und der Schallhärte verschiedener Flüssigkeiten. [H. E. R. Becker, Ann. Physik 25 (1936) S. 359.] *E. Hm.*

[1]) H. Straubel, Z. Hochfrequenztechn. 38 (1931) S. 19.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Elektrizitätswirtschaft in Jugoslawien im Jahre 1934.

Von Ing. **Josef Ledvinka**, Beograd.

621. 311. 1. 003 (497. 1)

Übersicht. Unter Verwertung noch nicht veröffentlichter statistischer Angaben über die Stromerzeugung in Jugoslawien im verflossenen Jahre werden die Verhältnisse in der Elektrizitätswirtschaft des Landes analysiert und mit jenen im Jahre 1931 verglichen[1]).

Gegenüber dem Stande 1931 hat das Jahr 1934 keine besonderen Änderungen gebracht. Nach der Statistik der Elektrizitätswerke Jugoslawiens, welche Anfang 1933 erschien und den Stand der Erzeugung im Jahre 1931 enthielt, ist keine neue derartige Veröffentlichung erschienen. Für die Jahre 1932 und 1933 stehen keine Unterlagen über die Erzeugung elektrischer Arbeit zur Verfügung. Für das Jahr 1934 hat das Bautenministerium in Belgrad die Angaben über die Erzeugung aller Werke im Lande gesammelt, diese sollen demnächst genau spezifiziert veröffentlicht werden. In Zahlentafel 1 sind diese Daten zusammengestellt. Den einzelnen Erzeugungszahlen für das Jahr 1934 sind die entsprechenden Zahlen aus dem Jahre 1931 gegenübergestellt.

Der Verbrauch für Haushalt und Kleingewerbe dürfte im gleichen Zeitraum um 15 bis 20 % gesunken sein. Das in der Zahlentafel 1 eingetragene Endergebnis zeigt nur, daß im Lande verschiedene Industriezweige vollbeschäftigt sind.

Seit dem vorjährigen Bericht[2]) sind sechs neue öffentliche Werke in Betrieb gesetzt mit insgesamt rd. 1800 kVA.

Dieselbe Leistung von rd. 1800 kVA ist in acht neuen Eigenanlagen eingebaut.

Die bestehenden öffentlichen Werke sind um rd. 21 000 kVA vergrößert worden, die bestehenden Eigenanlagen sind um rd. 20 000 kVA erweitert worden.

Die Gesamtleistung aller Ende 1934 bestehenden Werke im Lande betrug rd. 491 000 kVA, also etwa 45 000 kVA mehr als Anfang 1933. Dies entspricht einem jährlichen Zuwachs der installierten Leistung von etwa 22 500 kVA oder 1,62 VA/Einwohner.

Von einer Elektrisierung im wahren Sinne des Wortes kann man in Jugoslawien nicht reden. Eine Ausnahme macht das Drave-Banat, wo diesbezüglich in den letzten Jahren viel geleistet wurde. In Abb. 1 ist dieses Banat ersichtlich, es sind alle Werke mit einer Leistung über 20 PS eingetragen, desgl. die dort vorhandenen Überlandleitungen. Man erkennt deutlich drei Gruppen. Die KDE (Krainische Staats-Elektrizitätswerke) versorgen den westlichen Teil des Drava-Banats und sind in seinem Besitz. Außer den eigenen Zentralen mit einer Gesamtleistung von 14 000 kVA sind an das Netz der KDE noch verschiedene private Zentralen mit einer Leistung von zusammen 13 500 kVA angeschlossen. Im östlichen Teile erfolgt die Stromversorgung vom Kraftwerk Fala. Dieses ist ein Privatunternehmen mit einer installierten Leistung von 43 400 kVA, an dessen Netz die Bergwerkszentrale in Trbovlje (Trifail) mit etwa 11 500 kVA angeschlossen ist. Die dritte Elektrisierungsgruppe sind die UEC (Vereinigte Elektrizitätswerke) im benachbarten Sava-Banat. Sie sind Eigentum der Gemeinden in Zagreb und Karlovac und haben eine installierte Leistung von 49 500 kVA.

Zahlentafel 1. Stromerzeugung in Jugoslawien im Jahre 1934 verglichen mit der Erzeugung im Jahre 1931 in Mill kWh

Banat	Eigenanlagen			öffentliche Werke			zusammen			Erzeugung kWh/Einwohner/Jahr	
	1931	1934	± %	1931	1934	± %	1931	1934	± %	1931	1934
1. Drava	48,4	55	+ 13,5	199	130	— 35	247,4	185	— 25	220	165
2. Sava	35,1	25	— 29	54,7	85	+ 55	89,8	110	+ 22	35,5	43,2
3. Vrbas	59	61	+ 3,5	4,5	4	— 11	63,5	65	+ 2	63	64,3
4. Küstenland	74,2	40	— 46	113,7	115	+ 10	187,9	155	— 17,5	212	175
5. Drina	8,3	14	+ 68	33,4	17	— 49	41,7	31	— 25,6	24,6	18,3
6. Zeta	8,2	22	+168	2,6	3	+ 15	10,8	25	+132	12	28
7. Donau	16,5	14,5	— 12	37,1	35,5	— 4	53,6	50	— 6,6	23,2	21,6
8. Morava	16,3	30	+ 84	8,2	11	+ 34	24,5	41	+ 67	17,1	28,5
9. Vardar	1	1,3	+ 30	7,4	7,7	+ 4	8,4	9	+ 7,2	5,1	5,45
10. Beograd	7,7	7,2	— 6,5	41,7	42,8	+ 3	49,4	50	+ 1,2	167	170
Jugoslawien	274,7	270	— 1,7	502,3	451	— 10	777	721	— 7,3	55,5	52

Aus Zahlentafel 1 ersieht man, daß die Änderungen in den Erzeugungszahlen in den einzelnen Landesteilen verschieden sind. Während in einem Teile die Verminderung der Erzeugung über 25 % gegenüber 1931 beträgt, ist in einem anderen Teile eine Erhöhung der Erzeugung um 132 % eingetreten. Bei den geringen Strommengen, welche in Frage kommen, ist das Ergebnis nicht überraschend, da es vom Beschäftigungsgrade einiger größerer Industrieunternehmungen stark beeinflußt wird. Die Zahlen für das Drava-Banat deuten auf schlecht beschäftigte Unternehmungen hin, welche den Strom von öffentlichen Netzen entnehmen, wogegen beim Zeta-Banat das Ergebnis gut beschäftigter Eigenanlagen ersichtlich ist.

Das Endergebnis, welches eine Verminderung der Erzeugung elektrischer Arbeit im Jahre 1934 um 7,3 % gegenüber jener im Jahre 1931 zeigt, kann nicht als Grundlage angesehen werden, welche die in dieser Zeitspanne eingetretene Depression der allgemeinen Wirtschaftslage wiedergibt. Um eine derartige Basis zu erhalten, müßten statt der Erzeugungszahlen die Verbrauchszahlen für Haushalt und Kleingewerbe in den zwei Jahren gegenübergestellt werden. Leider sind jedoch die zur Verfügung stehenden Angaben unzureichend, um einwandfrei verglichen werden zu können. Schätzungsweise kann angenommen werden, daß in der Zeitspanne 1931 bis 1934 die Zahl der mit elektrischem Strom versorgten Einwohner um 1 bis 2 % gestiegen ist, so daß von der Gesamtbevölkerung nunmehr etwa 28,5 % Strom zur Verfügung steht.

Im Donau-Banat ist fast eine jede nennenswerte Zentrale der Ausgangspunkt für die Elektrisierung der nächsten Umgebung geworden. Bemerkenswert sind lediglich das Werk in Makiš bei Beograd, welches mit einer Leistung von rd. 6000 kVA einen Teil von Groß-Beograd und die Gegend bis Šabac über eine rd. 90 km lange 30 kV-Leitung versorgt und die Zentrale in Novisad mit rd. 9000 kVA, welche die Stadt, verschiedene benachbarte Ort-

[1]) Siehe ETZ 55 (1934) S. 298.

[2]) Siehe Fußnote 1.

schaften und die Zementfabrik in Beočin mit Strom versorgt.

Im Küstenlande könnte die Verbindung von Split und den benachbarten Ortschaften mit dem Werke in Gubavica als Anfang einer planmäßigen Elektrisierung angesehen werden.

Im Vardar-Banat hat die Gemeinde Skoplje mit dem Ausbau des Kraftwerkes an der Treska begonnen. Man erwartet, daß diese Zentrale mit ihren rd. 5000 PS der Ausgangspunkt für die Elektrisierung dieses Landesteiles wird.

Abb. 1. Nordwestlicher Teil Jugoslawiens mit eingetragenen Eltwerken, Transformatorenstationen und Hochspannungsleitungen nach dem Stande Anfang 1935.

Das Jahr 1934 dürfte für die Elektrizitätswirtschaft Jugoslawiens den Übergang vom niedrigsten Stande nach Eintreten der wirtschaftlichen Depression der letzten Jahre zu besseren Verhältnissen bilden. Nachdem sich die interessierten Kreise auch dafür einsetzen, daß die Betriebsergebnisse aller Werke erfaßt und rechtzeitig veröffentlicht werden, ist zu erwarten, daß man in Hinkunft die Entwicklung des Landes bezüglich Elektrizitätsversorgung weiter verfolgen kann. Es sei noch erwähnt, daß im September 1934 in Zagreb der erste jugoslawische elektrotechnische Kongreß abgehalten wurde, welcher zusammen mit der bei diesem Anlasse veranstalteten Ausstellung eine wirksamere Werbung für die Erweiterung der Stromversorgung machte.

Zusammenfassung.

Jugoslawien als ausgesprochenes Agrarland mit einer im allgemeinen nicht rationalisierten Bodenausnützung ist nicht imstande, seine günstigen natürlichen Energiequellen, welche aus Kohle, Erdgas und hauptsächlich Wasser reichlich vorhanden sind, in größerem Maßstabe auszubauen und zu verwerten.

Die Industrie, welche diese Energiequellen ausnützen und die ebenfalls reichlich vorhandenen Erzschätze verarbeiten könnte, muß größtenteils erst geschaffen werden. Wenn allein die Metallerze, welche heute als solche oder als Roherzeugnisse ausgeführt werden, im Lande verarbeitet würden, könnte die Elektrizitätserzeugung ein Vielfaches der heutigen betragen. Ein Unternehmen für die Verarbeitung von Aluminiumerzen wurde unlängst gegründet. Dieses wird in allernächster Zeit auf die Gesamterzeugung elektrischer Arbeit in Jugoslawien einen bedeutenden Einfluß haben.

Das Jahr 1934 stand noch unter dem vollen Einfluß der Wirtschaftskrise. Die Verminderung der Erzeugung um nur 56 Mill kWh in diesem Jahre gegenüber dem Jahre 1931 und die erwähnte Erhöhung der installierten Leistung in den Elektrizitätswerken zeugen davon, daß auch in diesem Jahre Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft gemacht wurden.

Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens in den Jahren 1931/1934.

Von Dipl.-Ing. A. Dikoff, Sofia.

621. 311. 1. 003 (497. 2)

Übersicht. In Fortsetzung des in der ETZ 54 (1933) S. 351 veröffentlichten Überblicks über die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens wird im folgenden ihre Weiterentwicklung in den letzten drei Jahren gezeigt.

Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens hat sich während der letzten drei Jahre unter dem starken Einfluß der noch immer zunehmenden allgemeinen Wirtschaftskrise weiter entwickelt. In dieser Zeit sind nur einige Anlagen fertiggestellt, andere erweitert und wenige unbedeutende Ortsanlagen errichtet worden.

Laut amtlicher Veröffentlichungen beläuft sich die gesamte installierte Maschinenleistung des Landes auf 126 892 PS, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Maschinenleistung.

Antrieb	Installierte Maschinenleistung in PS				Zunahme in % gegenüber 1931
	1931	1932	1933	1934	
Wasser	32 013	32 013	42 435	55 824	74
Dampf	52 000	52 035	52 035	55 506	6,8
Diesel	13 817	14 300	15 125	15 562	12,5
zusammen	97 830	98 348	109 595	126 892	30

Die Entwicklung der installierten Maschinenleistung ist in Abb. 1 veranschaulicht. Wie ersichtlich, handelt es sich hauptsächlich um weiteren Ausbau der Wasserkräfte, und zwar ist im Jahre 1933 der erste Ausbau des 2 × 5000 PS „Watscha"-Werkes bei Philippopel fertiggestellt und in Betrieb gesetzt worden, während 1934 das neue Kraftwerk der Gemeinde Sofia „Mala-Zarkwa" bei Samokow mit 2 × 3000 PS errichtet und in Betrieb genommen wurde. Im selben Jahre ist das bestehende Wasserwerk Simeonowo, ebenfalls bei Sofia und dieser Gemeinde gehörig, um 2 × 4000 PS Maschinen erweitert und in Betrieb gesetzt worden. Einschließlich einiger weiterer wenig bedeutender Anlagen ist die Gesamtleistung um 30 % gegenüber der im Jahre 1931 vergrößert worden.

Abb. 1. Installierte Maschinenleistung.

Zahlentafel 2. Erzeugung.

Antrieb	Erzeugung in 10^3 kWh				Zunahme in % gegenüber 1931
	1931	1932	1933	1934	
Wasser	59 105	68 158	73 486	98 211	66
Dampf	26 383	34 909	32 448	23 440	— 11
Diesel	13 930	18 133	25 795	16 357	17
zusammen	99 418	121 200	131 729	138 008	13,7

Ähnlich verläuft die Entwicklung der Stromerzeugung. Ende 1934 sind insgesamt 138 008 000 kWh erzeugt worden, die sich auf die einzelnen Antriebsarten gemäß Zahlentafel 2 verteilen.

Bildliche Darstellung in Abb. 2. Es fällt sofort auf, daß die Wasserkraft bereits einen fühlbaren Teil nicht nur der Gesamterzeugung überhaupt, sondern insbesondere auch von dem der vorhandenen Dampfwerke übernommen haben, was einen bedeutsamen Schritt zur Rationalisierung der Stromwirtschaft darstellt. Die starke Abnahme der Erzeugung durch Dieselantrieb ist hauptsächlich auf die 1932 neu verordnete starke Besteuerung des Treibstoffes zurückzuführen, dessen Bezugspreis sich dadurch fast verdoppelt hat. Diese Maßnahme stellt einen unnatürlichen Eingriff seitens des Staates dar, der wahrscheinlich schon in absehbarer Zeit wegen der dadurch verursachten Ungerechtigkeit gegenüber den Dieselbetrieben teilweise oder ganz behoben werden wird. Die Besteuerung hat jedenfalls auch zur Folge gehabt, daß der Ausbau der Dieselwerke seitdem gehemmt worden ist.

Abb. 2. Jährliche Stromerzeugung.

Der Stromverbrauch entwickelte sich im selben Zeitraum wie folgt (Zahlentafel 3):

Zahlentafel 3. Stromverbrauch.

Art	Stromverbrauch in 10^3 kWh				Zunahme in % gegenüber 1931
	1931	1932	1933	1934	
Antriebskraft	46 891	69 301	75 612	82 474	69
Hausbeleuchtung	22 021	20 912	24 608	22 452	2
Straßenbeleuchtung	7 602	6 691	8 640	7 607	0
Eigenverbrauch und Verluste	29 904	24 306	22 869	26 475	8,2
zusammen	99 418	121 200	131 729	138 008	35,9

Wie ersichtlich, erreichen Haus- und Straßenbeleuchtung ihren Höchstwert im Jahre 1933 (Abb. 3); von hier ab ist ein starker Rückgang zu beobachten, der als ein deutliches Anzeichen für die weitere Einschränkung des Privatverbrauches als Folge der allgemeinen Wirtschaftsdepression gewertet werden muß. Dagegen weist der Stromverbrauch für Motoren eine starke Zunahme auf, die hauptsächlich auf die Elektrisierung weiterer Industrieunternehmen wie auch auf die Neuerrichtung solcher zurückzuführen ist.

Das Bestreben nach besserer Ausnutzung der vorhandenen Kraftwerke und zur Sicherung der Stromversorgung führte zu einer ziemlich lebhaften Tätigkeit im Ausbau von Fernleitungen. In dem behandelten Zeitraume sind insgesamt rd. 500 km weitere Fernleitungen errichtet worden, wodurch das gesamte Fernleitungsnetz Ende 1934 auf 1713,58 km gebracht wurde gegenüber 1238,38 km im Jahre 1931. Das bedeutet also eine Zunahme um 38,5 %. Bemerkenswert sind: die 35 kV-Fernleitung von Mala-Zarkwa-(Samokow-)Werk nach Sofia und die beiden 60 kV-Fernleitungen vom Wasserwerk Watscha (Philippopel) nach der Stadt Philippopel und nach T. Pazardschik[1]), die insgesamt 100 km ausmachen. Die übrigen 400 km entfallen auf 15 bzw. 6 kV-Fernleitungen hauptsächlich im Sofioter und Philippopeler Gebiet.

[1]) ETZ 54 (1933) S. 353, Abb. 4.

a Gesamtverbrauch c Haushaltbeleuchtung
b Motoren d Straßenbeleuchtung

Abb. 3. Jährlicher Stromverbrauch.

Im selben Zeitraum sind 3 Städte und 33 Dörfer des weiteren elektrisiert worden, wodurch die Anzahl der stromversorgten Städte 79 (von insgesamt 98) und der Dörfer 153 (von insgesamt 5652) erreicht. Dadurch sind von der Gesamtbevölkerung des Landes von 6 090 215 Ende 1934 1 601 693 Einwohner stromversorgt, d. h. 26,5 % der Gesamtbevölkerung oder eine Zunahme um 8 % der stromversorgten Einwohner im Vergleiche zu 1931. Je stromversorgten Einwohner entfallen also 70,3 kWh und allgemein je Einwohner 18,5 kWh Durchschnittsstromverbrauch.

Der Gesamtwert der so durchgeführten Erweiterungen an Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilungsanlagen (ausschließlich Verbraucheranlagen) beläuft sich auf 26 000 000 RM (1 RM = 33,5 Lewa), die hauptsächlich, ja sogar ausschließlich öffentliches Kapital darstellen. Somit errechnet sich die Gesamtinvestierung der bulgarischen Stromwirtschaft Ende 1934 auf rd. 120 000 000 RM.

Ein bedeutendes Ereignis in dem behandelten Zeitraum ist die Inkraftsetzung des ersten Elektrizitätsgesetzes Bulgariens, das am 4. 1. 1935 erschienen ist. Nach längerer Auswirkung dieses Gesetzes hat sich leider herausgestellt, daß dasselbe den vorhandenen Verhältnissen wenig Rechnung trägt, so daß nicht nur keine Anzeichen für die Erreichung des gestellten Zieles zu bemerken sind, sondern sich eine allgemeine Hemmung in der gesamten Stromwirtschaft herausstellte. Mit demselben Grund will man es sich auch erklären, daß in der letzten Zeit keine neueren Anregungen für den weiteren Ausbau der Stromwirtschaft zu verzeichnen sind, trotzdem einige großzügige Pläne bereits herangereift waren. Diese durch das Gesetz hervorgerufene unerfreuliche Folge scheint auch von den maßgebenden Kreisen erkannt zu werden. Es sind schon Anzeichen vorhanden, aus denen geschlossen werden kann, daß in absehbarer Zeit zu einer Änderung des Gesetzes geschritten werden wird.

Elektrowärme.

621. 364. 5. 003 **Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Herde und Heißwasserspeicher.** — Bei der Beurteilung elektrischer Herde und Heißwasserspeicher genügt es nicht, einfach die bei dem Betrieb dieser Geräte entstehenden Energiekosten mit denen anders geheizter Geräte zu vergleichen. Will man diese Fragen objektiv klären, ist ein gründliches Eingehen auf die Eigenheiten der elektrischen Heizung nötig.

Deshalb wurden eingehende Untersuchungen über die Arbeitsweise der elektrischen Kochplatten, Bratöfen und Heißwasserspeicher angestellt. Die Art der Wärmeübertragung von der Kochplatte auf den Topf und das Kochgut ist ausschlaggebend für die Größe des Wasser- und des Fettzusatzes; sie hat somit auch einen entscheidenden Einfluß auf die Höhe des Stromverbrauchs und damit auf die Wirtschaftlichkeit der Elektroküche. Es mußte auch die Eignung der verschiedenen Kochgeschirrsorten für den Elektroherd erst ermittelt werden. Für die Beurteilung der zweckmäßigsten Bauart und Bedienung der elektrischen Bratöfen wurden Messungen über den Temperaturverlauf in Braten und in Kuchen angestellt.

Bei der Ermittlung des zu erwartenden Kochstromverbrauchs wurde von umfangreichen statistischen Untersuchungen in verschiedenen Teilen Deutschlands ausgegangen, wobei der Stromverbrauch je Kopf und Tag in Abhängigkeit von der Familiengröße, den Lebensgewohnheiten und den Jahreszeiten festgestellt wurde. Auch wurde untersucht, inwieweit die Benutzung des elektrischen Heißwasserspeichers den Kochstromverbrauch verringert bzw. die Gesamtbetriebskosten ändert.

Der Grenzstrompreis für elektrische Küchen und Heißwasserspeicher wurde ermittelt, d. h. der Preis je kWh, bei dem der Betrieb einer elektrischen Anlage die gleichen Gesamtkosten verursacht, wie eine Anlage mit anderer Heizungsart.

Als Ausgangspunkt der Berechnungen diente die von W. Windel aufgestellte Formel (4) bzw. (9)[1]). Unter entsprechender Vereinfachung der Windelschen Formel und unter Einführung der Äquivalenzzahl wurde der Einfluß der Anlagekosten rechnerisch ermittelt.

Es ergab sich, daß zwar die Aufbringung der Anschaffungskosten für die Einführung der elektrischen Küche von Wichtigkeit sein kann, daß aber die Anschaffungskosten selbst nur einen geringfügigen Einfluß auf die laufenden Betriebskosten des Elektroherdes ausüben.

Nach einer kritischen Betrachtung der verschiedenen in Deutschland üblichen Kochstromtarife wurden ähnliche Untersuchungen für elektrische Großküchen durchgeführt. [Fr. Mörtzsch, Dissertation T. H. Berlin 1935.] *Sb.*

Energiewirtschaft.

621. 311. 1 (44) : 347 **Gesetzliche Verordnungen in Frankreich.** — Am 30. 10. 1935 sind mehrere gesetzliche Verordnungen erschienen, die die getroffenen Maßnahmen zur Reorganisation der Elektrizitätswirtschaft in Frankreich[2]) vervollständigen sollen. Der Betrieb von Wärmekraftwerken, der bisher keiner öffentlichen Überwachung im engeren Sinne unterlag, ist künftig, ähnlich wie es schon der Betrieb von Wasserkraftwerken war, der Erteilung einer Konzession unterworfen, was eine Wettbewerbsbegrenzung und eine bessere Ausnutzung der bestehenden oder neu erbauten Wärmekraftwerke bedeutet. Eine Kontrolle der Stromein- und -ausfuhr ist angeordnet, was eine Einschränkung der Stromeinfuhr aus der Schweiz und eine bessere Ausnutzung der Rheinwasserkräfte bedeuten kann. Die durch die gesetzliche Verordnung vom 16. 7. 1935 gegründete Unterstützungskasse der Elektrizitätsindustrie wird durch mehrere Bestimmungen vervollständigt. Die öffentliche Kontrolle der Ge-

[1]) ETZ 46 (1925) S. 1722.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 1183.

schäftsführung aller Elektrizitätsgesellschaften ist eingeführt. Die Höchstpreise für Licht in Ortschaften unter 2000 Einwohnern werden in den Fällen, wo der Verteiler zum Ausbau des Ortsnetzes eine Subvention von der Gemeinde erhalten hatte, noch unter die ursprünglich festgesetzten Höchstpreise herabgesetzt. *ak.*

AUS INDUSTRIE, HANDEL UND GEWERBE.

338. 5 : 546. 3 **Metallpreise im 4. Vierteljahr 1935**[1]. — Die um die Jahresmitte eingesetzte rasche Aufwärtsbewegung der internationalen Preisentwicklung für Kupfer, Blei und Zink hat sich im vierten Vierteljahr fortgesetzt, allerdings in geringerem Ausmaß. Dabei lag die Spitze im Oktober, der zugleich für diese drei Metallklassen den Jahreshöchststand brachte, während gegen Jahresende eine leichte Abschwächung eintrat. Im ganzen hatten die starken Anregungen des Verbrauchs, der Abbau der Bestände und die vorangegangenen Preisbefestigungen zu einer Behauptung der Märkte geführt. Lediglich die verschiedenartige Beurteilung der künftigen Absatzentwicklung führte, in Verbindung mit den bekanntgewordenen zunehmenden Erzeugungszahlen, in der zweiten Dezemberhälfte zu einer gewissen Unsicherheit. Entgegen einigen Erwartungen internationaler Marktkreise ist der ostafrikanische Kriegsverlauf für den Weltmetallverbrauch ohne nennenswerte Bedeutung gewesen, hauptsächlich deshalb, weil die italienische Vorratshaltung noch unerschöpft und die Sanktionsfront nicht vollständig war. Die in Abb. 1 dargestellten Kurspreise der Überwachungsstelle für unedle Metalle veranschaulichen diese drei Abschnitte des Marktverlaufs, wobei die Preisausschläge bei Blei und Zink ungleich stärker waren als bei dem roten Metall.

Abb. 1. Metallpreise im 4. Vierteljahr 1935. Kurspreise der Überwachungsstelle für unedle Metalle.

Am New-Yorker K u p f e r markt beurteilte man Anfang Oktober bei befriedigenden Umsätzen die Aussichten sehr zuversichtlich. Einmal aus den Antrieben der Rüstungskonjunktur, dann als Auswirkung der öffentlichen Arbeiten und der wachsenden Elektrizitätserzeugung, schließlich in falscher Vorwegnahme der nahen Genfer Sanktionsverhandlungen. Bei lebhaften Umsätzen stieg vor allem die Notierung für Exportkupfer. Es bahnte sich eine spekulative Hausse an, zudem eine Erhöhung des Produzentenpreises allgemein erwartet wurde. Diese folgte auch (von 9 cts. je lb auf 9,25), jedoch zu einem Zeitpunkt, als bereits der Rückschlag eintrat. Die Nachricht, daß angekündigte Verhandlungen nordamerikanischer Produzenten über die Finanzierung von 60 000 t Kupfer für Italien vertagt worden waren, blieb nicht ohne Einfluß. Auch in London wurden zur Realisierung der Gewinne umfangreiche Liquidationen vorgenommen. Unter geringen Umsätzen und ohne bemerkenswerte Preisveränderungen blieb der Kupfermarkt bis Mitte November schwach. Meldungen über eine Abnahme der Bestände und die Tendenz zu rascher Produktionssteigerung in den V. S. Amerika glichen sich in ihrem Markteinfluß gegenseitig aus. Der Chairman der Rhokana Corp. erklärte, die Gesellschaften seien weit voraus ausverkauft und bei plötzlicher Bedarfssteigerung müsse auf die Vorräte zurückgegriffen werden. Im gleichen Zeitpunkt gaben verschiedene Unternehmungsberichte eine Senkung der Erzeugungskosten zu erkennen. Die Haltung der Kupfermärkte war daher in der dritten Novemberwoche wieder fest. Obwohl mit einer Vergrößerung des amerikanischen Exportdruckes zu rechnen war, bewertete man die Einflüsse der steigenden Nachfrage stärker. Die Oktoberumsätze beliefen sich in den V. S. Amerika auf 66 646 t gegen nur 29 629 im Oktober 1934. Eine Stütze bildete weiterhin der Ausfall der englischen Wahlen. Bis Jahresende waren dann wesentliche Preisveränderungen nicht mehr zu verzeichnen. Die weiter zurückgehenden Vorräte erreichten Ende November in der Welt 374 000 t, nachdem der höchste Stand im April mit 486 000 t angegeben worden war.

Der Markt für B l e i und Z i n k hatte in der ersten Oktoberwoche den stärksten Preisauftrieb aller Metalle zu verzeichnen. Neben einer guten Nachfrage aus Bau- und Rüstungsindustrie stützte sich die Bewegung auf den Streik in einer mexikanischen Schmelze, der sich in mangelnder Versorgung des Promptmarktes ausdrückte. An den lebhaften Umsätzen in London waren neben englischen Käufern auch der Kontinent, Rußland sowie der Ferne Osten beteiligt, wobei die Führung bei Blei lag. Die am 8. 10. eingetretene allgemeine Nervosität an den internationalen Metallmärkten drückte auch die Notierungen dieser Metalle. Dabei lag Zink ruhiger, während sich im Verkehr mit Blei größere Preiszugeständnisse ergaben. In der Folge waren beide Märkte ziemlich still und farblos, wobei der Londoner Markt eher zu Abbröckelungen neigte als New-York. Das Fehlen der Statistik des in Auflösung begriffenen internationalen Zinkkartells vermehrte die Undurchsichtigkeit des Zink-Weltmarktes, dessen Preisentwicklung in Gemeinschaft mit Blei während der drei letzten Dezemberwochen noch unter den Ausgangsstand der Berichtszeit sank. Im wesentlichen dürfte es sich hierbei um die Vorwegnahme eines etwa ungünstigen Verhältnisses zwischen Erzeugung und Verbrauch gehandelt haben, über dessen tatsächliche Entwicklung ausreichende Zahlenangaben nicht zur Verfügung standen. — Auch Z i n n , dessen Preisverlauf sich erneut von dem der übrigen Metalle unterschied, zeigte im Oktober starke Preisveränderungen. Ausgehend von der knappen Versorgungslage am Londoner Promptmarkt, dem bei sinkenden Vorräten wachsenden Bedarf und Überlegungen über den Transport des Zinns aus Südostasien bei politischen Verwicklungen im Mittelmeer, folgten sich dauernde Notierungserhöhungen, die auch dann nur kurz unterbrochen wurden, als das internationale Zinnkomitee rückwirkend ab 1. 7. eine Heraufsetzung der Produktions- und Exportquote auf 70 % ankündigte. Nachdem die englische Versorgungslage entlastet und rückwirkend ab 1. 10. eine neuerliche Quotenerhöhung von 70 auf 80 % vorgenommen worden war, fiel die Zinnhausse gegen Monatsende rasch zusammen. Der noch im Oktober einsetzende langsame Wiederanstieg konnte diese Höchstpreise der Berichtszeit nicht mehr erreichen. Die Spanne zwischen den Notierungen für sofortige Lieferung und spätere Termine erweiterte sich noch mehr und betrug Mitte November in London 21 £; gegen Jahresende verengerte sie sich auf 8 bis 9 £. In der zweiten Novemberhälfte und während des Dezembers lagen die Zinnpreise erneut schwächer, obwohl die Berichte über die Beschäftigungslage der Weißblechindustrien im allgemeinen günstig lauteten. Der Preisrückgang war jedoch geringer als bei Blei oder Zink. Starkes Interesse beanspruchte die Frage der Verlängerung des internationalen Zinnkartells und seine ländermäßige Quotengliederung. Siam wurde bei einer bisherigen Höchstproduktion von 12 447 t eine Quote von 25 000 t angeboten, nachdem verlautete, daß Siam von einem großen Verbraucherlande ein Angebot auf Abnahme seiner höchstmöglichen Produktion bekommen habe.

In der restlichen Metallgruppe war der Preisverlauf ziemlich unterschiedlich. Während die N i c k e l notierung in der Berichtszeit wiederum unverändert blieb, gab A l u m i n i u m im November und Dezember geringfügig nach. Bei Quecksilber leitete der Oktober nach dem Septemberrückgang eine neue Aufwärtsbewegung ein, die in der dritten Dezemberwoche ihre Spitze erreichte. In London stieg der Preis für A n t i m o n je lgt (long-ton = 1016 kg) von 73 £ 5 s im August auf 81 £ 2 s im Oktober um gegen Jahresende wieder auf 76 £ 10 s zurückzugehen, während sich bei C a d m i u m die um die Jahresmitte begonnene Preissteigerung auch im letzten Vierteljahr kräftig fortsetzte. Die englische Notierung verzeichnete im Dezember für 1 lb 4 s 10 d gegenüber 4 s 3 d Ende September und erst 2 s 8 d während der ersten Julihälfte, also eine Kursverbesserung von 78 %. Sps.

[1]) Siehe auch ETZ 56 (1935) S. 1236.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Jahresabschlüsse*) deutscher Aktiengesellschaften der Elektroindustrie**). Abschlüsse im 2. Halbjahr 1935

Gesellschaft	Jahr	Aktiva						Passiva							Gewinn- und Verlustrechnung					
		Anlagevermögen		Umlaufsvermögen				Eigenkapital			Fremde Mittel									
					darunter:								darunter:							
		Anlagen	Beteiligungen¹)	insgesamt	Vorräte	Warenford. u. Wechsel	Banken und Kasse	A—K²)	Reserven³)	Rückstell. u. Wertberichtigung	insgesamt	Anleih. Hypoth.	Banken, Akzepte⁴)	Bilanzsumme	Rohüberschuß	Löhne und Gehälter	Abschreibungen auf Anlagen	Reingewinn (+)⁵) bzw. Verlust (—)⁶)	Dividende
		in 1000 RM																		%
Accumulatorenfabrik AG., Berlin	1934	19 172	7 174	20 064	6 944	4 394	5 112	21 250	8 523	10 073	3 599	123	—	46 616	19 679	11 596	370	+ 2 638	12
	1935	19 281	7 256	21 399	6 949	5 845	4 442	21 250	8 523	10 833	4 170	51	339	47 992	23 141	12 297	337	+ 2 636	12
Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin	1933/34	108 285	101 411	184 401	53 902	44 652	27 893	185 000	—	45 235	208 730	76 423	44 016	458 047	106 511	69 596	5 656	⁷) —	—
	1934/35	105 790	104 742	193 522	69 155	52 641	12 776	185 000	—	43 650	219 634	71 591	48 298	467 268	138 845	88 112	5 376	⁷) —	—
Bergmann-Elektricitäts-Werke AG., Berlin	1934	9 046	1 200	7 944	1 932	3 683	1 792	8 800	880	1 880	5 596	156	3 289	18 191	8 617	4 202	380	+ 166	—
	1935	4 283	1 200	10 546	3 061	3 624	3 375	8 800	880	1 316	3 632	126	1 143	16 045	15 729	6 452	537	+ 243	⁸) 4
Deutsche Kabelwerke AG., Berlin	1934	3 699	775	5 681	1 225	1 662	1 590	5 160	516	1 662	1 795	4	—	10 193	5 130	2 118	334	+ 711	6
	1935	3 841	775	6 285	1 820	1 821	789	5 160	516	2 012	2 386	4	202	10 937	5 410	2 210	339	+ 682	6
Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie AG. (DeTeWe), Berlin	1933/34	4 229	108	6 704	1 867	1 383	3 052	7 200	883	384	1 952	495	—	11 046	6 144	3 635	481	+ 456	6
	1934/35	3 976	8	7 546	3 439	1 982	1 160	7 200	870	343	2 317	474	—	11 539	8 424	4 926	684	+ 568	⁹) 7
Hackethal-Draht- und Kabel-Werke AG., Hannover	1934	3 350	2 725	7 985	2 006	2 756	1 298	8 000	800	374	3 787	3 213	—	14 135	7 566	2 222	752	+ 839	¹⁰) 6
	1935	3 100	2 725	8 668	1 869	3 228	1 418	8 000	1 000	746	3 976	3 035	84	14 574	7 552	2 705	679	+ 635	6½
Himmelwerk AG., Tübingen	1934	254	—	471	165	284	8	500	50	17	85	—	—	725	863	431	92	+ 29	¹¹) 5
	1935	158	—	642	226	355	42	500	50	42	114	—	—	800	1 223	560	181	+ 35	¹¹) 6
Ideal-Werke Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Berlin	1934	530	255	5 661	1 357	2 275	470	3 000	150	171	2 941	—	—	6 487	4 527	1 834	258	+ 184	—
	1935	1 903	290	6 778	1 713	2 621	578	5 000	160	187	3 384	—	—	8 999	5 587	2 408	232	+ 21	—
Kabelwerk Duisburg AG., Duisburg	1934	2 873	129	5 123	1 914	2 389	331	6 000	630	9	713	—	—	8 223	3 655	1 594	246	+ 522	8
	1935	2 699	129	6 097	1 846	2 824	885	6 000	660	308	1 097	—	—	9 021	4 027	1 826	285	+ 547	8
Kabelwerk Vacha AG., Vacha	1934	300	0	952	285	589	67	540	72	245	193	—	114	1 252	1 618	538	209	+ 118	¹²) 12
	1935	240	0	1 070	287	565	184	540	172	275	127	—	—	1 321	1 771	546	271	+ 110	¹²) 12
Langbein-Pfanhauser-Werke AG., Leipzig	1934	1 334	350	3 655	793	1 811	311	2 040	204	280	2 266	1 082	90	5 368	3 086	1 183	153	+ 142	6
	1935	1 200	262	3 449	903	1 724	303	2 040	204	280	1 884	462	90	4 948	3 634	1 472	276	+ 175	6
Mix & Genest AG., Berlin	1934	2 401	619	15 628	3 168	2 135	320	11 200	—	462	7 171	3 018	695	18 672	9 882	5 963	412	+ 985	—
	1935	2 050	586	16 524	4 274	2 641	301	11 200	—	552	6 628	2 832	633	19 170	12 889	7 257	666	+ 951	6
Norddeutsche Kabelwerke AG., Berlin	1934	1 623	0	4 101	1 062	715	627	4 000	1 030	115	320	—	—	5 738	2 132	892	240	+ 237	6
	1935	1 512	0	4 332	1 072	976	582	4 000	1 030	178	347	—	—	5 846	2 311	1 057	294	+ 240	6
Siemens & Halske AG., Berlin	1933/34	43 803	149 318	273 201	29 506	48 910	28 581	107 090	123 340	40 091	179 053	120 109	455	467 071	119 044	70 542	1 360	+ 6 864	7
	1934/35	43 142	150 546	281 596	37 867	50 111	13 950	107 090	125 840	42 289	182 639	114 302	2 451	475 690	162 692	91 857	2 156	+ 8 255	8
Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin	1933/34	63 133	26 546	214 939	51 422	57 712	21 793	120 000	16 800	33 064	129 214	51 801	12 204	306 334	163 065	87 457	1 011	+ 1 323	—
	1934/35	63 662	26 541	240 533	57 367	53 446	12 916	120 000	16 800	35 466	144 585	45 559	11 317	332 563	229 457	114 253	2 058	+ 8 938	5
Telephonfabrik Berliner AG., Berlin	1934	312	1 508	308	—	139	7	¹³) 990	10	180	902	97	—	2 128	¹⁴) —	34	1	+ 46	—
	1935	311	1 298	164	—	0	13	990	56	165	515	89	—	1 773	¹⁴) —	31	1	+ 46	3
Vereinigte Isolatorenwerke AG., Berlin	1934	670	—	523	193	174	107	1 000	10	52	45	—	—	1 194	1 094	557	77	+ 73	6
	1935	636	—	534	250	201	48	1 000	15	41	33	—	—	1 172	981	496	61	+ 68	6
C. J. Vogel, Draht- und Kabelwerke AG., Berlin	1933/34	3 723	770	5 281	1 669	1 899	755	3 660	576	641	4 489	3 400	580	9 797	5 262	2 270	425	+ 266	6
	1934/35	3 536	745	5 074	2 104	1 945	336	3 660	1 143	642	3 495	2 380	483	9 374	5 330	2 478	413	+ 224	6
Insgesamt**) 18 Aktiengesellschaften	1934	268 737	292 888	762 622	159 500	177 562	94 114	495 430	154 474	134 935	552 851	259 921	61 443	1 391 217	467 875	266 664	12 457	+ 15 599	—
	1935	261 320	297 103	814 759	194 202	186 550	54 098	497 430	157 919	139 325	580 963	240 905	65 040	1 439 032	629 003	340 943	14 846	+ 24 374	—
	Veränderung	— 7 417	+ 4 215	+ 52 137	+ 34 702	+ 8 988	— 40 016	+ 2 000	+ 3 445	+ 4 390	+ 28 112	— 19 016	+ 3 597	+ 47 815	+ 161 128	+ 74 279	+ 2 389	+ 8 775	—

*) Siehe auch ETZ 56 (1935) S. 576 u. 1082.

**) Da die Angaben sich nur auf Aktiengesellschaften beziehen, bieten sie keinerlei Anhaltspunkte für die Beurteilung der gesamten Elektroindustrie.

¹) Ohne die zum dauernden Geschäftsbetrieb bestimmten Wertpapiere des Umlaufvermögens.

²) Abzüglich ausstehender Einzahlungen.

³) Ausgewiesene offene Reserven (= gesetzliche Reserve und allgemeine Rücklagen).

⁴) Umfassend Verbindlichkeiten gegenüber Banken; Verbindlichkeiten aus der Ausstellung eigener Akzepte.

⁵) Jahresreingewinn: Ausgewiesener Gewinn ausschließlich des etwaigen Gewinnvortrages und vor Abzug des etwaigen Verlustvortrages.

⁶) Jahresreinverlust: Ausgewiesener Verlust ausschließlich des etwaigen Verlustvortrages und vor Abzug des etwaigen Gewinnvortrages.

⁷) Aus 1932/33 unveränderter Verlustvortrag von RM 57,18 Mill.

⁸) Ferner 3½% Zinsen auf RM 456 252 Genußrechte.

⁹) Davon 1% an Anleihestock; ferner ausgeschüttet 3½% Zinsen auf RM 346 000 Genußrechte.

¹⁰) Außerdem 0,5% gemäß Anleihestockgesetz, die nicht in den Anleihestock abzuführen sind.

¹¹) Auf die RM 490 000 Stammaktien; außerdem 7% auf RM 10 000 Vorzugsaktien.

¹²) Davon 2% bei der Golddiskontbank für Rechnung der Aktionäre zu deponieren.

¹³) Herabgesetztes Kapital, das im Vorjahr noch RM 2 970 000 betragen hatte.

¹⁴) Die Einnahmen aus Beteiligungen, Zinsen und Kursgewinnen stellten sich 1934 auf RM 402 000 und 1935 auf RM 58 000.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München Hauptstadt der Bewegung vom 2. bis 4. Juli 1936

Das Thema des Vortrages von Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen VDE lautet: „Bedeutung von Forschung und Entwicklung für die Elektrotechnik".

Gleichzeitig machen wir darauf aufmerksam, daß die Einladung nebst Anmeldeformularen zu unserer diesjährigen Mitgliederversammlung der ETZ Heft 20 vom 14. Mai beigelegen hat.

Das ausführliche Programm ist außerdem in der ETZ Heft 19 vom 7. Mai, S. 513 und 541 veröffentlicht.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte.

Nachstehend und in Heft 24 wird ein Entwurf zu

VDE 0670/1937 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H."

veröffentlicht. In diesem Zusammenhang wird auf die in diesem Heft, S. 649, enthaltene Einführung des Ausschußvorsitzenden, Herrn Dr. E. Krohne VDE, verwiesen.

Einsprüche und Anregungen sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Oktober 1936 an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, einzureichen.

Der Geschäftsführer:
Verband Deutscher Elektrotechniker.
Blendermann.

Entwurf

VDE 0670/1937.

Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Januar 1937 in Kraft.

§ 2.

Abweichung von den Regeln.

Abweichungen von diesen Regeln sind ausdrücklich zu vereinbaren, die Bestimmungen über Schlagweiten (§ 23), Prüfspannungen (§ 36) und Schilder (§§ 44, 45) müssen jedoch immer erfüllt sein.

§ 3.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für die Herstellung, Prüfung und Auswahl folgender Wechselstrom-Hochspannungsgeräte für Innenraum- und Freiluftanlagen für 15 bis 60 Hz und Spannungen von 1 kV und darüber:

Leistungsschalter, Trennschalter, Leistungstrennschalter, Erdungsschalter, Sicherungen, Auslöser und Primärrelais, Stützer, Durchführungen.

Ausgenommen sind Geräte für Bahnfahrzeuge.

II. Begriffserklärungen.

A. Schaltgeräte.

§ 4.

Schaltgerätearten.

a) Leistungsschalter sind Schalter zum selbsttätigen und willkürlichen (§ 14) Ein- und Ausschalten beliebiger Ströme bis zu dem auf dem Schild angegebenen Schaltvermögen (§§ 9, 21).

b) Trennschalter (Trenner) sind Schalter, die besonders dem Schutz der Betriebsmannschaft dienen, indem sie einen Stromkreis in allen Leitern zuverlässig erkennbar und mit genügendem Isoliervermögen [§§ 23, 36 a) 2.] auftrennen. Sie werden annähernd stromlos und nur willkürlich (§ 14 c), nicht aber selbsttätig (§ 14 d) geschaltet (§ 26).

c) Trennlaschen sind herausnehmbare Teile der Strombahn, die besonders dem Schutz der Betriebsmannschaft dienen, indem sie einen Stromkreis in allen Leitern zuverlässig erkennbar und mit genügendem Isoliervermögen [§§ 23, 36 a) 2.] auftrennen.

d) Leistungstrennschalter sind Schalter, die wie Trennschalter besonders dem Schutze der Betriebsmannschaft dienen, indem sie einen Stromkreis in allen Leitern zuverlässig erkennbar und mit genügendem Isoliervermögen [§§ 23, 36 a) 2.] auftrennen. Sie werden selbsttätig oder willkürlich (§ 14) ausgeschaltet, aber grundsätzlich nur willkürlich eingeschaltet.

Selbsttätiges Einschalten ist nur dann zulässig, wenn noch besondere Maßnahmen (§ 26) getroffen werden, daß der Schutz der Betriebsmannschaft nicht beeinträchtigt wird. Mit Leistungstrennschaltern können wie mit Leistungsschaltern beliebige Ströme bis zu dem auf dem Leistungsschild angegebenen Schaltvermögen (§§ 9, 21) geschaltet werden.

e) Erdungsschalter sind Schalter zum Erden und Kurzschließen abgeschalteter Anlageteile.

f) Sicherungen sind Schaltgeräte mit einem oder mehreren Schmelzleitern zum selbsttätigen Unterbrechen von Überströmen bis zu dem auf dem Sicherungsrohr angegebenen Schaltvermögen (§§ 10, 22). Bei herausgenommenen Sicherungsrohren kann der Sicherungshalter wie ein Trennschalter dem Schutz der Betriebsmannschaft dienen, da der Stromkreis in allen Leitern zuverlässig erkennbar und mit genügendem Isoliervermögen [§§ 23, 36 a) 2.] aufgetrennt ist.

§ 5.

Leiter und Klemmen.

Leiter sind die Strombahnen eines Gerätes.

Klemmen sind die Anschlußstellen der Leiter eines Gerätes.

§ 6.

Schlagweite.

Schlagweite ist der kürzeste, in Luft oder Öl z. B. mit einem gespannten Faden gemessene Abstand Spannung führender Teile gegeneinander oder gegen Erde.

§ 7.

Nennspannung, Reihenspannung, Nennstrom, Nennfrequenz.

a) Nennspannung eines Schalters oder einer Sicherung ist die Spannung, für die das Gerät hinsichtlich seines Schaltvermögens bemessen, gebaut und benannt ist.

b) Reihenspannung eines Gerätes ist die Spannung, für die es hinsichtlich seines Isoliervermögens bemessen, gebaut und benannt ist. Reihenspannung ist stets eine genormte Spannung (§ 20).

c) Nennstrom eines Gerätes ist der Strom (Effektivwert), den das Gerät dauernd unter vorgeschriebenen Bedingungen ohne unzulässige Erwärmung aushalten kann.

d) Nennfrequenz ist die Frequenz, für die das Gerät bemessen, gebaut und benannt ist.

§ 8.

Elektrische Größen beim Schalten von Kurzschlüssen.

a) Der Kurzschlußstrom entsteht als Stoßkurzschlußstrom und geht allmählich in den Dauerkurzschlußstrom über.

b) Stoßkurzschlußstrom in einem Leiter ist der höchste Augenblickswert des Stromes nach Eintritt des Kurzschlusses. Er besteht aus dem Stoßkurzschluß-Wechselstrom und dem Stoßkurzschluß-Gleichstrom und wird als Scheitelwert angegeben (Abb. 1).

c) Stoßkurzschluß-Wechselstrom ist der Wechselstromanteil des Stoßkurzschlußstromes; er wird als Effektivwert angegeben.

d) Dauerkurzschlußstrom ist der Wechselstrom, der nach Abklingen des Stoßkurzschlußstromes und nach Beendigung des Regelvorganges der Generatoren bestehen bleibt; er wird als Effektivwert angegeben.

e) Der Einschaltstrom beim Einschalten eines Kurzschlusses ist gleich dem Stoßkurzschlußstrom; er ist in den einzelnen Leitern je nach dem Schaltaugenblick verschieden.

f) Ausschaltstrom eines Schalters ist der Mittelwert aus den Effektivwerten der Kurzschluß-Wechselströme aller Leiter im Augenblick der Trennung der Schaltstücke.

g) Ausschaltstrom einer Sicherung ist der Mittelwert der Stoßkurzschluß-Wechselströme aller Leiter, die ohne Ausschaltung durch die Sicherung auftreten würden.

h) Wiederkehrende Spannung ist der Effektivwert der Grundwelle der Spannung zwischen den Leitern nach der endgültigen Unterbrechung des Stromes in allen Leitern.

Für die Bestimmung der wiederkehrenden Spannung aus einem Oszillogramm gilt folgendes:

Der Spannungsverlauf innerhalb der Dauer einer Halbwelle nach endgültiger Lichtbogenunterbrechung bleibt für die Auswertung unberücksichtigt. Das Mittel aus den senkrechten Abständen der darauffolgenden beiden Scheitelwerte jeder Spannungskurve geteilt durch $2\sqrt{2}$ ergibt die wiederkehrende Spannung. Enthält das Oszillogramm wie in Abb. 1 nicht die Spannungen zwischen den Leitern, sondern jedes Leiters gegen Erde, so ist der wie vor ermittelte Spannungs-

Schaltbild zum Oszillogramm — Trennung der Schaltstücke — Löschung des Lichtbogens — Lichtbogendauer — Spannungen — Ströme — 1 Halbwelle

a Stoßkurzschlußstrom

$\frac{b}{2\sqrt{2}}$ Stoßkurzschluß-Wechselstrom

c Stoßkurzschluß-Gleichstrom

Wiederkehrende Spannung $\frac{d+e+f}{3 \cdot 2\sqrt{2}} \sqrt{3}$

Abb. 1. Oszillogramm des Ein- und Ausschaltvorganges bei dreipoligem Kurzschluß.

wert noch mit dem Phasenfaktor (bei Drehstrom $\sqrt{3}$) zu vervielfachen, um die wiederkehrende Spannung zu erhalten.

Der wiederkehrenden Spannung kann ein Einschwingvorgang überlagert sein; dies ist besonders bei Schaltern nahe bei einer großen Induktivität (Generator, Transformator, Strombegrenzungs-Drosselspule) zu beachten, wenn sie einen Kurzschluß hinter der Induktivität abschalten.

i) Leistungsfaktor des Kurzschlußkreises ist das Verhältnis des Wirkwiderstandes zum Scheinwiderstand; hierbei ist

$$\text{der Scheinwiderstand} \approx \frac{\text{Wiederkehrende Spannung}}{\text{Ausschaltstrom} \cdot \text{Phasenfaktor}}.$$

k) Ausschaltleistung ist das Produkt aus Ausschaltstrom, wiederkehrender Spannung und Phasenfaktor.

§ 9.

Elektrische Größen zur Kennzeichnung der Leistungsfähigkeit eines Schalters.

a) Nenneinschaltvermögen eines Schalters ist der höchste Einschaltstrom, den er bei seiner Nennspannung beherrschen kann.

b) Das Nennausschaltvermögen eines Schalters kann entweder als Strom- oder als Leistungswert angegeben werden.

Abb. 2. Ausschaltvermögen von Schaltern, abhängig von der Spannung.

Nennausschaltstrom eines Schalters ist der höchste Ausschaltstrom, den er bei einer wiederkehrenden Spannung gleich seiner Nennspannung unter vorgeschriebenen Bedingungen beherrschen kann.

Grenzausschaltstrom eines Schalters ist der Ausschaltstrom, den er höchstenfalls bei einer im allgemeinen geringeren Spannung als seiner Nennspannung beherrschen kann (Abb. 2). In besonderen Fällen kann der Grenzausschaltstrom gleich dem Nennausschaltstrom sein.

Nennausschaltleistung eines Schalters ist das Produkt aus Nennausschaltstrom, Nennspannung und Phasenfaktor.

c) Kurzzeitstrom eines Schalters ist der Strom (Effektivwert), den er während 1 s oder 5 s führen kann, ohne beschädigt zu werden.

§ 10.

Elektrische Größen zur Kennzeichnung der Leistungsfähigkeit einer Sicherung.

Das Nennausschaltvermögen einer Sicherung wird durch den größten Ausschaltstrom der Sicherung (§ 8 g) ausgedrückt, den sie unter vorgeschriebenen Bedingungen beherrschen kann. Bezüglich wiederkehrender Spannung und Leistungsfaktor gilt § 8 h) und i) sinngemäß.

§ 11.

Angenäherte Berechnung von Kurzschlußströmen für die Auswahl von Schaltgeräten.

a) Grundgleichungen.

1. Stoßkurzschluß-Wechselstrom (§ 8 c):

$$I_{sw} = \frac{1{,}1\,U}{\sqrt{3}\,X} \tag{1}$$

bei Berücksichtigung des Wirkwiderstandes ($R \geqq 0{,}5\,X$)

$$I_{sw} = \frac{1{,}1\,U}{\sqrt{3}\,\sqrt{X^2 + R^2}}. \tag{2}$$

Darin ist:

U Betriebsspannung des Netzes,
X Blindwiderstand der gesamten Kurzschlußbahn, bestehend aus:

α) dem wirksamen Ständerstreuwiderstand

$$X_{st} = \frac{U_n}{\sqrt{3}\,p\,I_n}. \tag{3}$$

Dabei ist:

U_n Generator-Nennspannung,
I_n Generator-Nennstrom,
p Stoßkurzschlußverhältnis des Generators (siehe § 7[1]) von VDE 0530/19../R.E.M.),

β) den Streuwiderständen der Transformatoren und Strombegrenzungs-Drosselspulen,

γ) den Blindwiderständen der Leitungen,

R Wirkwiderstand der gesamten Kurzschlußbahn.

Sämtliche Widerstände sind je Leiter einzusetzen und gegebenenfalls mit dem Quadrat der Übersetzungsverhältnisse der Transformatoren auf die Betriebsspannung des Netzes umzurechnen.

2. Stoßkurzschlußstrom (§ 8 b):

$$I_s \approx 1{,}8\,\sqrt{2}\,I_{sw} \tag{4}$$

bei Berücksichtigung des Wirkwiderstandes ($R \geqq 0{,}5\,X$):

$$I_s \approx 1{,}2\,\sqrt{2}\,I_{sw}. \tag{5}$$

b) Berechnungsgang.

1. Die Vorbelastung des Netzes braucht bei der angenäherten Berechnung der Stoßkurzschlußströme nicht berücksichtigt zu werden. Bei Abnehmeranlagen, in denen eine Belastung durch Motoren in der Größenordnung der Durchgangsleistung der speisenden Transformatoren vorhanden ist, sind diese Motoren für die Berechnung der Stoßkurzschlußströme wie Generatoren zu behandeln.
2. Für Kraftwerke mit mehreren unmittelbar gekuppelten Generatoren wird ein Ersatzgenerator eingeführt, dessen Nennleistung gleich der Summe der Leistungen der einzelnen Generatoren ist. Das Stoßkurzschlußverhältnis p des Ersatzgenerators wird nach folgender Gleichung errechnet:
$$p = \frac{p_1 N_1 + p_2 N_2 + \ldots}{N_1 + N_2 + \ldots}, \tag{6}$$
wobei $N_1, N_2, \ldots$ die Nennleistungen, $p_1, p_2, \ldots$ die Stoßkurzschlußverhältnisse der einzelnen Generatoren sind.
3. Bei einem einfach gespeisten Kurzschluß sind die Widerstände der gesamten Kurzschlußbahn in Gl. (1) bzw. (2) einzusetzen.
4. In gleicher Weise wie einfach gespeiste Kurzschlüsse sind mehrfach gespeiste Kurzschlüsse zu behandeln, bei denen die Kurzschlußstelle das Netz in mehrere einfach gespeiste Kurzschlüsse aufteilt.
5. Ist dies nicht der Fall, so wird folgendermaßen verfahren: an Stelle des Kurzschlusses wird die Ersatzspannung 1,1 U als einzige Spannungsquelle im Netz eingeführt. Die wirksamen Ständerstreuwiderstände der Generatoren werden in diesem Ersatzbild im Anschluß an die Netzwiderstände als Belastungen der Ersatzspannungsquelle angenommen. Man berechnet den Gesamtwiderstand dieses Ersatzbildes und erhält den Stoßkurzschluß-Wechselstrom nach Gl. (1) bzw. (2).
   Die Stromanteile der einzelnen Kraftwerke ergeben sich nach den Kirchhoffschen Gesetzen als die Ströme, die in dem Ersatzbild in die Kraftwerkswiderstände hineinfließen. Statt durch Rechnung können die Ströme auch durch Messung in einem dem Ersatzbild entsprechenden Netzmodell ermittelt werden.
6. Sind in Netzabschnitten, die über Transformatoren aus einem übergeordneten Netz anderer Spannung gespeist werden, die Kenngrößen für die Generatoren, Transformatoren und Leitungen des übergeordneten Netzes nicht bekannt, so kann man folgendermaßen verfahren:

[1]) Stoßkurzschlußverhältnis ist das Verhältnis des Stoßkurzschluß-Wechselstromes zum Nennstrom. Dies ist auch gleich dem Verhältnis der Nennspannung zur Stoßstreuspannung. Der Kehrwert dieses Verhältnisses heißt relative Stoßstreuspannung.

Bei einfach gespeisten Kurzschlüssen wird die Spannung des nächst übergeordneten Netzes als starr angenommen und durch den $\sqrt{3}$-fachen Widerstand der Kurzschlußbahn einschließlich der speisenden Transformatoren geteilt.

Bei mehrfach gespeisten Kurzschlüssen nach 5. wird nur der kurzschlußbehaftete Netzabschnitt im Ersatzbild dargestellt. Als Belastungen für die Ersatzspannungsquelle werden dabei im Anschluß an die Netzwiderstände nur die Streuwiderstände der speisenden Transformatoren eingesetzt.

Die so ermittelten Stromwerte überschreiten die tatsächlichen Kurzschlußströme um so mehr, je größer die Leistung der speisenden Transformatoren im Vergleich zur Leistung der Transformatoren oder Kraftwerke der übergeordneten Netze ist.

§ 12.

Zeitbegriffe für Schalter.

a) Eigenzeit des Schalters ist die Zeit von der Freigabe seiner Sperrung bis zur Trennung seiner Schaltstücke zuzüglich der Eigenzeit eines etwa an der Sperrung angebauten Sekundärauslösers.

b) Schaltverzug ist die Zeit vom Eintreten des die Auslösung verursachenden Zustandes bis zur Trennung der Schaltstücke des Schalters.

c) Mindestschaltverzug ist der Schaltverzug bei der geringstmöglichen Relais- oder Auslöserverzögerung.

d) Lichtbogendauer ist die Zeit vom Beginn der Trennung der Schaltstücke bis zum endgültigen Erlöschen der Lichtbogen.

§ 13.

Zeitbegriffe für Sicherungen.

a) Schmelzzeit ist die Zeit vom Auftreten eines Überstromes bis zum Beginn der Stromunterbrechung.

b) Löschzeit ist die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Stromunterbrechung.

B. Betätigung und Auslösung.

§ 14.

Allgemeines.

a) Betätigung eines Schaltgerätes ist jedes Ein- und Ausschalten durch Antriebe.

b) Auslösung eines Schaltgerätes ist das Aufheben einer Sperrung (z. B. Klinke, Ventil) mit einem Auslöser zum Ausschalten des Schaltgerätes.

c) Willkürlich wird ein Schaltgerät betätigt durch Eingriff der Betriebsmannschaft.

d) Selbsttätig wird ein Schaltgerät betätigt ohne Eingriff der Betriebsmannschaft, z. B. durch Auslöser oder Relais.

e) Auslöser ist eine durch Änderung physikalischer, insbesondere elektrischer Größen (Steuergrößen) betätigte Vorrichtung, welche die Auslösung mechanisch bewirkt.

f) Relais ist eine durch Änderung physikalischer, insbesondere elektrischer Größen (Steuergrößen) betätigte Vorrichtung, die über Schaltstücke elektrische Stromkreise, z. B. den eines Auslösers, steuert.

g) Verbrauch ist die Leistungsaufnahme in Voltampere (VA) bei Nennstrom bzw. Nennspannung.

Ansprechverbrauch ist der Verbrauch in der Ansprechstellung.

Auslöseverbrauch ist der Verbrauch in der Auslösestellung.

h) Einstellwert ist der Sollwert der Erregung, auf den der Auslöser oder das Relais eingestellt ist.

i) Ansprechwert ist der Istwert der Erregung, bei dem der Auslöser oder das Relais für einen bestimmten Einstellwert gerade ordnungsgemäß auslöst.

k) Ansprechfehler ist die Abweichung des Ansprechwertes vom Einstellwert in Prozent des Einstellwertes.

l) Einstellsicherheit ist das Verhältnis des kleinsten Einstellwertes des den Auslöser freigebenden Relais zu dem Ansprechwert des Auslösers bei Erregung beider aus der gleichen Stromquelle.

m) Abfallwert ist der Istwert der Erregung, bei dem der Auslöser oder das Relais für einen bestimmten Einstellwert gerade ordnungsgemäß in die Anfangslage zurückgeht.

n) Halteverhältnis ist das Verhältnis des Ansprechwertes zum zugehörenden Abfallwert.

o) Thermischer Grenzstrom (I_{therm}) ist der Effektivwert des Stromes in Kiloampere (kA), dessen Wärmewirkung der Auslöser oder das Relais 1 s lang aushalten kann, ohne beschädigt zu werden.

p) Dynamischer Grenzstrom (I_{dyn}) ist der Scheitelwert des Stromes in Kiloampere (kA), dessen Kraftwirkung der Auslöser oder das Relais aushalten kann, ohne beschädigt zu werden.

§ 15.

Antriebsarten.

a) Handantrieb ist ein von Hand betätigter Antrieb, bei dem die Kraft in höchstens einer Umdrehung oder in einem Hub entweder unmittelbar oder über ein Sprungwerk auf die Antriebswelle des Schalters übertragen wird.

Antriebe von Trennschaltern, bei denen die Kraft in mehreren Umdrehungen oder Hüben auf die Antriebswelle des Schalters übertragen wird, gelten ebenfalls als Handantriebe.

b) Kraftantrieb ist ein mit besonderer Kraftquelle betätigter Antrieb, z. B. elektrischer Antrieb, Druckluftantrieb, Speicherantrieb. Ein Speicherantrieb kann auch unter Zwischenschaltung einer Übersetzung von Hand geladen werden.

§ 16.

Auslöserarten.

a) Primärauslöser ist ein Stromauslöser, dessen Wicklung im Stromkreis des Schalters liegt.

b) Sekundärauslöser ist ein Strom- oder Spannungsauslöser, dessen Wicklung über Strom- oder Spannungswandler am Stromkreis des Schalters oder an einer besonderen Betätigungsquelle angeschlossen ist.

c) Arbeitsauslöser ist ein Primär- oder Sekundärauslöser, der beim Einschalten oder Stärken der Erregung auslöst.

d) Ruheauslöser ist ein Primär- oder Sekundärauslöser, der beim Ausschalten oder Schwächen der Erregung auslöst.

§ 17.

Relaisarten.

a) Primärrelais ist ein Stromrelais, dessen Wicklung im Stromkreis des Schalters liegt.

b) Sekundärrelais ist ein Strom- oder Spannungsrelais, dessen Wicklung über Strom- oder Spannungswandler am Stromkreis des Schalters angeschlossen ist.

c) Relais mit Arbeitskontakt ist ein Relais, das seine Schaltstücke beim Ansprechen schließt.

d) Relais mit Ruhekontakt ist ein Relais, das seine Schaltstücke beim Ansprechen öffnet.

§ 18.

Elektrische Größen für Antriebe und Auslöser.

a) Betätigungsspannung ist die Spannung an den Klemmen der elektrischen Antriebe während der Betätigung.

b) Auslöser-Nennspannung ist die Spannung, für welche die Wicklung des Auslösers bemessen, gebaut und benannt ist.

c) Auslöser-Nennstrom ist der Strom, für dessen dauernden Durchgang die Wicklung bemessen, gebaut und benannt ist.

§ 19.

Zeitbegriffe für Auslöser.

a) Auslösezeit ist die Zeit vom Eintreten des die Auslösung verursachenden Zustandes bis zur Freigabe der Sperrung des Schalters. Sie kann abhängig, begrenzt abhängig oder unabhängig von der Erregungsgröße sein.

b) Rücklaufzeit ist die Zeit vom Aufhören des die Auslösung verursachenden Zustandes bis zur Rückkehr aller Teile in die Ruhelage. *(Schluß folgt.)*

Bekanntmachung.

Ausschuß für Sicherungswesen.

Der Ausschuß veröffentlicht nachstehend einen Entwurf zu

VDE 0641 „Leitsätze für Leitungsschutzschalter bis 15 A 380 V".

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind bis zum 1. August 1936 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Entwurf.

VDE 0641

Leitsätze für Leitungsschutzschalter bis 15 A 380 V.

Inhaltsübersicht.

A. Allgemeine Bestimmungen.

I. Gültigkeit.

II. Begriffserklärung.

III. Bau.

IV. Prüfung.

A. Allgemeine Bestimmungen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze gelten für Erzeugnisse, die nach dem 1. Januar 1937 hergestellt werden.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Leitungsschutzschalter bis einschließlich 15 A.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Leitungsschutzschalter (LS) sind Selbstschalter, die zum Schutz von Leitungen gegen unzulässige Erwärmung dienen.

III. Bau.

§ 4.

Zu beachtende Vorschriften.

Für LS gelten außer den nachstehenden Bestimmungen VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1" und VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.".

§ 5.

Stromart.

Die LS müssen für Gleich- und Wechselstrom gebaut sein.

§ 6.

Nennspannung.

Nennspannungen sind 250 und 380 V.

§ 7.

Nennstromstärke.

Nennstromstärke . . .	6	10	15 A
Leitungsquerschnitt . .	1	1,5	2,5 mm²

§ 8.

Bauformen.

LS werden 1-, 2- und 3-polig und mit oder ohne abschaltbaren Nulleiter ausgeführt.

Bei LS mit abschaltbarem Nulleiter muß der Nulleiter zwangsläufig mit den übrigen zugehörenden Leitern abgetrennt werden.

§ 9.

Freiauslösung.

LS müssen mit einer Freiauslösung versehen sein, bei der das Bedienungselement (Handhabe) von den Schaltstücken des Selbstschalters derart entkuppelt wird, daß der Schalterstromkreis auch bei nicht vollständig eingelegtem Schalter nicht eingeschaltet bleiben kann, wenn die Auslösestromstärke erreicht ist.

§ 10.

Auslöseverzögerung.

Die LS müssen mit einer Auslöseverzögerung versehen sein (vgl. § 20).

§ 11.

Kriech- und Luftstrecken.

Die Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht kleiner als 3 mm sein.

§ 12.

Unverwechselbarkeit und Maßnormen.

Die Unverwechselbarkeit der Stöpsel-LS muß durch Einhaltung von DIN VDE 9500 gewährleistet sein.

§ 13.

Schaltstellung.

Die Schaltstellung muß deutlich erkennbar und eindeutig sein. Werden Bezeichnungen angebracht, so muß die geschlossene Schaltstellung durch das Zeichen I und die offene Schaltstellung durch die Ziffer 0 gekennzeichnet sein.

Für Druckknopfbetätigung genügt zur Kennzeichnung der Einschaltstellung ein genügend erkennbares Zurücktreten des Einschaltknopfes.

Bei LS, die nach Art eines Hebels betätigt werden, soll das Einschalten durch Umlegen des Handgriffes nach oben erfolgen.

§ 14.

Berührungsschutz.

Fest mit dem LS verbundene Bedienungsteile (Griffe, Knebel, Drücker) müssen aus Isolierstoff bestehen und dürfen nur mittels Werkzeug entfernbar sein.

Lackierung, Emaillierung und Oxydierung allein gelten nicht als Isolierung.

Bei beschädigtem Bedienungsteil (Griff, Knebel, Drücker oder dgl.) dürfen keine Spannung führenden Teile berührbar sein. Die in diesem Falle bei aufgesetzter Abdeckung etwa berührbaren Teile wie Achse, Spannfedern usw. (Schaltwerk) müssen gegen Spannung führende Teile isoliert sein.

Metallteile des Schaltwerkes müssen gegen alle der Berührung zugänglichen Metallteile isoliert sein. Als zugänglicher Metallteil gilt nicht eine Metallabdeckung, wenn diese mit einer Anschlußvorrichtung für eine Schutzleitung versehen ist.

Abdeckungen dürfen nur mittels Werkzeug entfernbar, ihre Befestigungsmittel nicht Spannung führend sein. Bei LS mit abnehmbarer Abdeckung muß eine Plombiermöglichkeit vorgesehen sein, wenn die Abdeckung ohne Hilfe von Werkzeug lösbar ist.

§ 15.

Anschlußschrauben und Anschlußklemmen.

Anschlußschrauben müssen DIN VDE 6200 und 6206 entsprechen.

Bei Sockel- und Element-LS muß der Anschluß von Leitungsquerschnitten von 1 bis 6 mm^2 möglich sein.

Die Anschlußvorrichtungen müssen einen ordnungsmäßigen Anschluß der Leitungen gestatten und so gestaltet und angeordnet sein, daß Stromübergänge zwischen Strom führenden Teilen untereinander oder zum Gehäuse nicht zu befürchten sind.

Bei Sockel-LS für vorderseitigen Anschluß muß das Anklemmen der Leitungen nach dem Befestigen des Sockels und die Bedienung der Anschlußklemmen von der Vorderseite aus möglich sein.

§ 16.

Schutzart.

Die LS werden in der Schutzart P 20 (nach DIN VDE 50) ausgeführt, sofern nicht erschwerte Betriebsbedingungen eine andere Schutzart erforderlich machen.

§ 17.

Aufschriften.

Die LS müssen folgende Aufschriften erhalten:

1. Nennspannung (V),
2. Nennstrom (A),
3. Auslösestrom (A),
4. Ursprungszeichen.

Aufschriften müssen dauerhaft und gut lesbar ausgeführt und bei LS mit abnehmbarer Abdeckung auch auf dem ortsfesten Teil nach Abnahme der Abdeckung sichtbar sein.

IV. Prüfung.

§ 18.

Reihenfolge der Prüfungen.

1. Besichtigung, Maßkontrolle und Probemontage,
2. Prüfung des Berührungsschutzes (§ 19),
3. Gebrauchsprüfung an ein- und demselben Prüfling,
   a) Auslösestrom (§ 20),
   b) Isolation in feuchtem Zustand (§ 21),
   c) Verhalten im Gebrauch (§ 22),
   d) Wechselstrom-Kurzschlußprüfung (§ 23).
4. Einzelprüfungen an gesonderten Prüflingen,
   a) Probemontage,
   b) Schaltleistung (§ 24),
   Abschaltgeschwindigkeit (§ 25),
   Gleichstrom-Kurzschlußprüfung (§ 23),
   c) Erwärmung (§ 26).

§ 19.

Berührungsschutz.

Die Möglichkeit einer zufälligen Berührung Spannung führender Teile wird mit einem Tastfinger nach DIN VDE 300 festgestellt.

Die Prüfung erfolgt am gebrauchsfertig montierten LS (Schaltbild in DIN VDE 300).

§ 20.

Auslösestrom.

Die Prüfung der Auslösung wird nach folgender Tafel durchgeführt:

Nennstrom	6 A	10 A	15 A
kleinster Prüfstrom	10 „	14 „	20 „
größter Prüfstrom	12,5 „	18 „	25,5 „

Der LS darf bei Belastung mit dem kleinsten Prüfstrom innerhalb 1 h nicht auslösen, bei Belastung mit dem größten Prüfstrom muß er innerhalb 1 h auslösen.

Bei mehrpoligen LS werden alle Pole gemeinsam und jeder Pol einzeln geprüft. Bei Einzelprüfung mit größtem Prüfstrom sind die in der Tafel angegebenen Werte um 10 % zu erhöhen.

Zur Prüfung wird der LS mit dem kleinsten Prüfstrom praktisch induktionsfrei plötzlich belastet; nach Ablauf einer Stunde wird die Belastung in etwa 30 s allmählich auf den größten Prüfstrom erhöht; der LS muß innerhalb 1 h auslösen.

Der LS muß bei Prüfung mit Gleichstrom und 4-fachem Nennstrom zwischen 0,2 und 30 s auslösen.

Der LS muß bei plötzlicher Überlastung mit 6-fachem Nennstrom bei Wechselstrom und 8-fachem Nennstrom bei Gleichstrom spätestens nach 0,2 s auslösen.

Jede Prüfung ist 2-mal auszuführen.

Bei der Prüfung der Auslösung muß der LS in einer bis um 5 ° seitlich von der Gebrauchslage abweichenden Lage den Bedingungen genügen.

§ 21.

Isolation in feuchtem Zustand.

Die LS sind zunächst mindestens 4 h bei einer Temperatur von 20 bis 30 ° und danach 24 h im feuchten Raum bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90 % und bei einer Temperatur von 30 ° ± 2 ° zu lagern.

Die Erzeugung der Luftfeuchtigkeit erfolgt in einem Prüfgerät durch ein Schwefelsäure-Wassergemisch. Zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen Glasschalen, die den Boden des Kastens möglichst bedecken. Die Flüssigkeitshöhe soll nicht unter 30 mm sein. Es ist verdünnte Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht von 1,123 bei 20 ° zu verwenden (vgl. VDE 0308 „Leitsätze für die Erzeugung bestimmter Luftfeuchtigkeit").

Das Prüfgerät ist an einem vor Temperaturschwankungen geschützten Platz aufzustellen. Die in dem Prüfgerät zu lagernden Prüflinge sollen höchstens ein Drittel des Inhalts des Prüfkastens ausfüllen.

Unmittelbar nach der Lagerung im Feuchtigkeitskasten ist die Isolation bei betriebsmäßigem Anschluß zu prüfen, und zwar sollen die Spannung führenden Teile in eingeschalteter Stellung gegen die Befestigungsschrauben gegen eine am Griff angebrachte Stanniolumhüllung und gegen die Abdeckung, ferner in ausgeschalteter Stellung zwischen den Klemmen eine Wechselspannung von 1500 V (praktisch sinusförmig 50 Hz) 1 min lang aushalten, ohne daß Überschlag oder Durchschlag erfolgt.

Anschließend wird der Isolationswiderstand zwischen den nicht Spannung führenden Metallteilen und den Anschlußstücken festgestellt; er darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht kleiner als 2 MΩ sein.

§ 22.

Verhalten im Gebrauch.

Der LS wird betriebsmäßig angeschlossen, unter praktisch induktionsfreier Wechselstrombelastung bei Nennspannung und Nennstrom mit einer Schalthäufigkeit von 600 Stellungswechseln je Stunde 4000 mal ein- und 4000 mal ausgeschaltet. Falls der LS sich dabei nicht ausschalten läßt, ist künstliche Kühlung zulässig.

Nach der Hälfte der Schaltungen sind 6 Kurzschlußabschaltungen und 3 Wiedereinschaltungen mit Wechselstrom gemäß § 23 auszuführen. Prüfschaltung gemäß Schaltbild in Abb. 1.

LS Leitungsschutzschalter (Prüfling)
ÜS Überbrückungsschalter
HS Hauptschalter
R Belastungswiderstand
U Umschalter

Abb. 1.

Der Umschalter *U* wird bei 1- und 2-poligen LS nach der Hälfte, bei 3- und 4-poligen LS nach je einem Drittel der Prüfzeit umgelegt.

Nach der Prüfung dürfen sich Kontaktverbindungen nicht gelockert haben, Vergußmasse darf nicht ausgelaufen sein.

Der LS muß nach dieser Prüfung einer Spannungsprüfung mit 1000 V (ohne Feuchtigkeitsvorbehandlung) und einer Prüfung der Auslösung mit dem höchsten Prüfstrom genügen.

Bei der Prüfung der Auslösung ist für den größten Prüfstrom eine Abweichung von + 10 % zulässig.

§ 23.

Kurzschluß.

Der LS muß bei Kurzschluß ordnungsgemäß abschalten, ohne daß er beschädigt oder für die weitere Verwendung unbrauchbar wird oder eine Gefahr für die Umgebung bildet.

Die Kurzschlußprüfung ist mit 250 bzw. 420 V durchzuführen.

Als Stromquelle dient bei den Gleichstromprüfungen eine Akkumulatoren-Batterie von mindestens 1000 Ah bei 1-stündiger Entladung, bei den Wechselstromprüfungen ein Transformator von rd. 100 kVA bei Einphasenstrom bzw. 160 kVA bei Drehstrom. Die Klemmenspannung des Transformators bei Nennlast muß gleich der Prüfspannung sein, seine Kurzschlußspannung soll 4 (± 0,5) % betragen. Die nach dem Erlöschen des Ausschaltlichtbogens des LS wiederkehrende Spannung darf nicht über 5 % von der Prüfspannung abweichen.

Bei der Prüfung ist der Widerstand im Kurzschlußkreis so zu bemessen, daß bei Überbrückung des Prüflings eine dauernde Stromstärke von 1200 A entstehen würde.

Prüfschaltung gemäß Schaltbild in Abb. 2.

LS Leitungsschutzschalter (Prüfling)
ÜS Überbrückungsschalter
SS Synchronschalter
HS Hauptschalter
R Belastungswiderstand
U Umschalter

Abb. 2.

Die Prüfung erfolgt mit beiden Stromarten, und zwar mit 6 Unterbrechungen und 3 Wiedereinschaltungen auf bestehenden Kurzschluß.

Die Kurzschlußprüfung mit Wechselstrom wird in Verbindung mit der Prüfung gemäß § 22 nach 2000 Schaltungen ausgeführt. Für die Unterbrechungen ist eine Synchronschaltvorrichtung zu verwenden, wobei die Betätigung des Hilfsschalters auf 6 Einschaltzeitpunkte über eine Halbwelle der Spannung gleichmäßig zu verteilen ist.

Die Prüfung mit Gleichstrom ist an gesonderten Prüflingen vorzunehmen.

Mehrpolige Schalter werden dieser Prüfung allpolig unterworfen. Je 3 Abschaltungen sind innerhalb 3 min auszuführen, und alsdann ist eine Pause von je 10 min einzulegen.

Während der Kurzschlußprüfung sind der Stromquelle dauernd etwa 10 A (induktionsfrei) zu entnehmen.

§ 24.

Schaltleistung.

Die Schaltleistungsprüfung wird nach Schaltbild in Abb. 3 ausgeführt.

LS Leitungsschutzschalter (Prüfling)
ÜS Überbrückungsschalter
SS Synchronschalter
HS Hauptschalter
R Belastungswiderstand
L induktive Belastung
U Umschalter

Abb. 3.

Der Stromquelle sind während der Prüfung dauernd etwa 10 A induktionsfrei zu entnehmen.

Der LS wird bei 250 bzw. 420 V mit 1, 2, 4, 6, 10, 15, 25, 35, 60, 150 und 500 A Gleichstrom und Wechselstrom (bis 60 A $\cos \varphi = 0{,}6$, über 60 A induktionsfrei) belastet. Bei jeder dieser Strombelastungen wird der LS zweimal ein- und ausgeschaltet. Er wird dabei langsam bis zur Kontaktgabe betätigt und wenn nötig von Hand wieder ausgeschaltet.

Wenn nötig, können auch andere als die festgelegten Werte der Stromstärken angewendet, jedoch muß die Gesamtzahl der Schaltungen eingehalten werden.

Zwischen den 2 bzw. 4 Unterbrechungen jeder Stromstärkenstufe wird eine Pause von 10 s, vor dem Übergang zur nächsthöheren Stufe eine Pause von mindestens 2 min eingelegt, die wenn nötig verlängert wird, bis die Wiedereinschaltung ermöglicht ist.

Mehrpolige LS werden allpolig geprüft.

§ 25.

Abschaltgeschwindigkeit.

Der LS wird zur Feststellung der Abschaltgeschwindigkeit mit einem 85 mm langen, offen zwischen 2 Klemmen ausgespannten Feinsilberdraht (mindestens 99 % Silbergehalt) in Reihe geschaltet und bei 250 bzw. 420 V in den Stromkreis gemäß § 23 eingeschaltet, dessen Widerstand so bemessen ist, daß bei Überbrückung des LS und des Schmelzdrahtes eine Dauerstromstärke von 500 A bei Gleichstrom entsteht (Schaltbild 4).

LS Leitungsschutzschalter (Prüfling)
ÜS Überbrückungsschalter
SS Synchronschalter
HS Hauptschalter
R Belastungswiderstand
U Umschalter
FD Feinsilberdraht

Abb. 4.

Der LS muß auslösen, ohne daß der vorgeschaltete Schmelzdraht von nachstehend aufgeführtem Durchmesser abschmilzt:

Nennstromstärke des LS in A . .	6	10	15
Durchmesser des vorgeschalteten Schmelzdrahtes in mm	0,40	0,45	0,47.

Zwischen den einzelnen Schaltungen ist festzustellen, ob der Schmelzdraht sich genügend abgekühlt hat.

§ 26.

Erwärmung.

Die folgenden Erwärmungen dürfen bei Dauerbelastung mit dem kleinsten Prüfstrom nicht überschritten werden:

Außenteile, die bei der Betätigung berührt werden	um 40°
sonstige Außenteile	„ 55°
isolierte Wicklungen	„ 75°
blanke Wicklungen	„ 80°
Kontaktstücke	„ 80°.

Die Prüfung wird mit Wechselstrom ausgeführt.

Die Erwärmung wird geprüft:

Bei Wicklungen	durch Widerstandsmessung,
„ Außenteilen	mittels Thermometer oder Thermoelement,
„ Kontaktsücken	mittels Thermoelement.

Vor und nach der Prüfung wird der Gesamtspannungsabfall bei Gleichstrom ermittelt.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Gesellschaftsfahrt zur VDE-Mitgliederversammlung.

Für die **Mitgliederversammlung des VDE in München** werden vom **VDE Gau Berlin-Brandenburg** folgende Reichsbahn-Gesellschaftsfahrten veranstaltet:

Von Berlin nach München:

Mittwoch, den 1. 7. 1936:

A. Zug D 140: **8 h 26 m** ab Berlin Anhalter Bahnhof.
17 h 54 m an München Hauptbahnhof.

B. Zug D 50: **21 h 13 m** ab Berlin Anhalter Bahnhof.
7 h 05 m an München Hauptbahnhof.

Von München nach Berlin:

Sonntag, den 5. 7. 1936:

C. Zug D 39: **9 h 08 m** ab München Hauptbahnhof.
18 h 28 m an Berlin Anhalter Bahnhof.

D. Zug D 49: **23 h 31 m** ab München Hauptbahnhof.
8 h 47 m an Berlin Anhalter Bahnhof.

Montag, den 6. 7. 1936:

E. Zug D 39: **9 h 08 m** ab München Hauptbahnhof.
18 h 28 m an Berlin Anhalter Bahnhof.

Ermäßigter Preis für eine Fahrt einschließlich Zuschlag für die II. Wagenklasse **28,80 RM**, für die III. Wagenklasse **19,20 RM.**

Die Anmeldung zu einer oder mehreren der vorgesehenen Fahrten ist bei unserer Geschäftsstelle bis **spätetens 13. Juni 1936** unter Angabe von:

Reisetag,
Zug,
Wagenklasse,
Zahl der Karten

und **gleichzeitiger Einsendung** des Fahrgeldes auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 des VDE Gau Berlin-Brandenburg zu tätigen. Die Anmeldung gilt erst nach Eingang des Fahrgeldes als vollzogen. Verspätete Anmeldungen können nicht berücksichtigt werden. Bis zum 27. 6. 1936 erhält jeder Teilnehmer durch die Post einen Ausweis zugesandt, welcher bei Antritt der Reise dem Reiseleiter auszuhändigen bzw. gegen einen anderen Ausweis einzutauschen ist.

Bei der Errechnung der vorstehenden Fahrpreise ist eine Ermäßigung von 33⅓ % berücksichtigt. Sollten sich für eine Reise mehr als 25 (100) Teilnehmer melden, so beträgt die Ermäßigung 40 % (50 %). In diesem Falle wird den Teilnehmern der zuviel gezahlte Betrag zurückerstattet. Bettkarten und Urlaubskarten werden durch unsere Geschäftsstelle nicht beschafft.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Halensee, Paulsborner Straße 2 III r., Fernruf: C 4 0011 App. 2631.
5. 6. 1936 „Grundsätzliche Eigenheiten der Elektrowärme, Anwendungen in Industrie und Gewerbe" (Vortragender: Dr.-Ing. Mörtzsch).

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. B. Schmidt, Charlottenburg, Mommsenstraße 6, Fernruf: D 2 0011 App. 136.
9. 6. 1936 „Grundzüge der praktischen Beleuchtungstechnik" (Vortragender: Dipl.-Ing. Gehrmann).

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstr. 6, Fernruf: F 8 0014 App. 184.
10. 6. 1936 „Moderne Werkstoffe für Meßwandler" (Vortragender: Dr.-Ing. Pfaffenberger).

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E 9 8501 App. 86.
11. 6. 1936 „Anwendung der Mehrgitterröhren" (Vortragender: Dipl.-Ing. Wilhelm).

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: A 2 0047.
12. 6. 1936 Ausspracheabend.

Diejenigen Jungingenieure, die an der vom 2. bis 4. Juli 1936 stattfindenden **Mitgliederversammlung des VDE in München** und dem mit dieser verbundenen **Jungingenieurtreffen** teilnehmen wollen, werden gebeten, sich unverzüglich bei ihrem Arbeitsgemeinschaftsleiter zu melden. (In besonders gelagerten Fällen können den Jungingenieuren über die bereits vorgesehenen Erleichterungen hinaus noch weitere Ermäßigungen gewährt werden.)

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer.
Burghoff.

Sitzungskalender.

Gau Kurpfalz, Mannheim. 19. 6. (Fr), 20 h 15 m, Verb.-Räume Otto-Beck-Straße 21: „Verwendung und Verarbeitung von Aluminium in der elektrotechnischen Praxis". v. Zwehl VDE.

Gau Niederrhein, M.-Gladbach-Rheydt. 13. 6. (Sa), Besichtigung des Großkraftwerkes der Niederrheinischen Licht- und Kraftwerke AG. und der Grubenanlagen der Niederrheinischen Braunkohlen-AG. in Friemersdorf. Alles Nähere durch die persönl. Einlad. u. durch die Geschäftstelle M.-Gladbach, Viersener Straße 80.

Gau Saar, Saarbrücken. 5. 6. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Die Metalldampflampe und ihre Anwendung in Industrie und Bergbau" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Kircher VDE.

Gau Württemberg, Stuttgart. 13. 6. (Sa), 15 h: Besichtigung der elektr. Einrichtungen des gr. Hauses der Staatstheater mit Vortrag: „Moderne elektrische Bühnentechnik". Dipl.-Ing. Schneider VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Dr.-Ing. habil. Eugen Flegler, der seit 1934 mit der Abhaltung von Vorlesungen über technische Elektronik an der Technischen Hochschule München beauftragt war, ist im April d. J. zum nichtbeamteten ao. Professor ernannt worden. — Reichsbahndirektor Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Wechmann VDE ist beauftragt worden, in der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Berlin das Lehrgebiet „Elektrische Bahnen" in Vorlesungen und Übungen zu vertreten.

Berichtigung.

Im Aufsatz „Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1936 außerhalb des HdE" ist auf S. 463 links, Zeile 14 v. u., statt SSW-Drehstrommotor zu lesen SW-Drehstrommotor (Sachsenwerk).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 29. Mai 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

57. Jahrgang | Berlin, 11. Juni 1936 | Heft 24

Gütegrad für elektrische Bratröhren.

Von Ing. **F. Dittrich** VDE, Tetschen a. d. Elbe.

621. 364. 5. 017

Übersicht. Für elektrische Bratröhren wird eine Kennziffer entwickelt, welche für die Beurteilung der Güte dieser Wärmegeräte herangezogen werden kann. Diese Kennziffer ist abhängig von dem Stromverbrauch in einer und in zwei Stunden bei gleichbleibender Temperatur.

Für die Beurteilung der elektrischen Wärmegeräte für den Haushalt sind wohl für einen Teil der Kochplatten durch die „Technischen Lieferbedingungen für Elektro-Haushaltherde"[1]), ausgehend von den beim Ankochversuch geforderten zulässigen Höchstverbrauchsziffern von kalter und warmer Platte, Grundlagen geschaffen worden, die auch einen Ankochwirkungsgrad zu bestimmen gestatten, während für Brat- und Backöfen bisher nur verschiedene Vorschläge vorliegen. Während man bei Platten durch den Ankochversuch oder den Verdampfungsversuch nach Opacki[2]) in der Lage ist, die Nutzarbeit zu ermitteln und diese mit der zugeführten leicht meßbaren elektrischen Arbeit in Verbindung zu bringen, also damit auch die Verluste und den Wirkungsgrad unter ganz bestimmten Voraussetzungen zu ermitteln, ist die Feststellung der Nutzarbeit bei Brat- und Backröhren weit schwieriger. Der kürzlich gemachte Vorschlag von Dall[3]), nach welchem zur Bestimmung der Nutzwärme gewissermaßen ein Normalbraten in Form einer bestimmten Menge Sandes in einer bestimmten Topfgröße verwendet wird, gestattet wohl aus der Temperaturerhöhung und dem Wasserwert bzw. der spezifischen Wärme des Sandes einschließlich Topf die Nutzwärme rechnerisch zu ermitteln; dagegen dürfte die Verwendung eines Sandes ganz bestimmter chemischer und mechanischer Beschaffenheit mit einem bestimmten bekannten Wasserwert und die Feststellung des Wasserwertes der allgemeinen Anwendung des Verfahrens entgegenstehen.

Nach den kürzlich erschienenen tschechoslowakischen Normen wird zur Bestimmung des Wirkungsgrades, ähnlich wie bei Kochplatten, ein Verdampfungsverfahren verwendet. In der Röhre wird in einer bestimmten Zeit Wasser verdampft, dessen Menge durch Abwiegen bestimmt wird. Aus dem errechneten Wärmeinhalt des verdampften Wassers und der zugeführten elektrischen Arbeit ergibt sich der Wirkungsgrad. Geheizt wird dabei mit der größten Leistungsaufnahme. Das blecherne Verdampfungsgefäß besteht aus neun Teilen, von denen der mittelste, der fünfte, angenähert im Schwerpunkt der Röhre liegt. Aus der Verschiedenheit der verdampften Wassermengen in den neun Gefäßen wird dann auch auf die Gleichmäßigkeit der Wärmeverteilung in der Röhre geschlossen, worüber besonders eine Darstellung in räumlichen Koordinaten ein anschauliches Bild gibt.

Das von den Wiener Städtischen Elektrizitätswerken ausgebildete Verfahren (Opacki[4]) der konstanten Schwerpunkttemperatur gestattet wohl, Verluste und Kapazität zu bestimmen, aber nicht die nutzbar verwendete Wärme und folglich auch nicht den Wirkungsgrad der Röhre. Dieser Weg ermöglicht aber trotzdem, aus den bei dem Verfahren durchzuführenden Messungen Zahlen zu ermitteln, die eine Beurteilung der Ausnutzung der zugeführten elektrischen Arbeit ohne besondere Hilfsmittel und Vorbereitungen gestatten. Das Verfahren beruht darauf, daß im Luftschwerpunkt der Röhre die Temperatur auf im Mittel 200 ° gehalten wird. Beim Ansteigen der Temperatur auf 205 ° wird die Röhre ausgeschaltet und beim Absinken auf 195 ° wieder eingeschaltet. Dabei werden die Aus- und Einschaltzeiten sowie die zugeführte Leistung und Arbeit gemessen. Der Versuch wird 2 h durchgeführt. Die erhaltenen Werte werden nach 1 h und nach 2 h ausgewertet, wenn bereits unveränderliche Verhältnisse eingetreten sind. Die mittlere Temperatur von 200 ° im Luftraum der Röhre entspricht der bei den meisten Brat- und Backvorgängen.

Da die der Röhre zugeführte Leistung sowohl beim Anheizen als auch beim Nachheizen nach den Ausschaltungen unveränderlich ist, so ist offenbar die Ausnutzung der der Röhre zugeführten elektrischen Arbeit um so besser, je weniger nachgeheizt werden muß, also je größer die gesamte Dauer der Stromlosigkeit in einer bestimmten Zeit ist, d. h. nach Ablauf von 1 oder 2 h. Diese Zeitdauer kann also als Maßstab für die Güte einer Röhre gelten; je größer sie ist, desto besser ist die Röhre.

Um diese lediglich aus der Ausschaltzeit mögliche Beurteilung einer Röhre noch mit dem Verbrauch in Verbindung zu bringen, kann man, da die Leistung unveränderlich ist, auch das Verhältnis $Z_1 = \frac{\text{Ausschaltzeiten in der 1. Std.}}{3600}$ für die 1. Std. und $Z_2 = \frac{\text{Ausschaltzeiten in 2 Std.}}{7200}$ für 2 Std. bilden. Je mehr sich Z_1 und Z_2 der Zahl 1 nähern, um so besser ist die Röhre. Ferner kann man zur Beurteilung der Güte einer Röhre auch das Verhältnis

$$G = \frac{\text{zugeführte Leistung} \times 1 \text{ oder } 2\text{ h}}{\text{zugeführte Arbeit in 1 oder 2 h}}$$

bilden. Der Zähler dieses Bruches stellt die Arbeit dar, die zuzuführen wäre, wenn die Röhre ständig eingeschaltet bleiben müßte, um 200 ° aufrecht zu erhalten, also die Verluste sehr hoch wären. Der Nenner ist die tatsächlich zugeführte Arbeit. Ebenso kann der reziproke Wert dieser Zahl als Vergleichsziffer gelten. Je größer die Gütezahl G bzw. je kleiner $1/G$ ist, desto besser ist

[1]) Herausgeg. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitäts-Versorgung.
[2]) Opacki, Elektrotechn. u. Maschinenb. 48 (1930) S. 614.
[3]) Dall, ETZ 56 (1935) S. 1293.
[4]) Elektr.-Wirtsch. 30 (1931) S. 94.

die Röhre. Im ungünstigsten Falle der ständigen Einschaltung wären G und $1/G$ gleich 1.

Man braucht also bei diesem Versuche gar nicht die Zeit der einzelnen Aus- und Einschaltungen zu bestimmen, sondern lediglich den Verbrauch nach Ablauf von 1 und 2 h zu messen und die konstante Leistung durch Abstoppen der Drehzahl des Zählers oder mit Wattmeter zu bestimmen. Die Gütezahl G wird natürlich um so höher werden, je länger die Röhre in Betrieb ist, weil dann die lange Anheizzeit immer weniger zur Geltung kommt. Im allgemeinen werden die Ziffern nach Ablauf von 2 h konstant sein.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, an zwei Röhren die vorgeschriebenen und sonstigen Untersuchungen durchzuführen und auszuwerten. Im folgenden sollen die Versuchsergebnisse mitgeteilt werden, die die Beurteilung der Ausnutzung der zugeführten Energie zum Ziele haben. Die eine Röhre von 6 kW Nennaufnahme war mit einer zweiten gleichgroßen in einem für ein Krankenhaus bestimmten Herd unterhalb der Kochplatten eingebaut. Bei den Untersuchungen waren die zweite Röhre sowie die Platten ausgeschaltet und besaßen Raumtemperatur. Untersucht wurde mit voll eingeschalteter Ober- und Unterhitze von je 3 kW Nennaufnahme. Außerdem wurde noch eine kleine, auf einem Gestell aufgebaute bewegliche Röhre von 1,6 kW Nennaufnahme untersucht.

Die 6 kW-Röhre war während der ersten Stunde 1030 s und nach 2 h 3120 s ausgeschaltet. Die der Röhre zugeführte Leistung betrug 5,34 kW. Während der ersten Stunde wurden 3,810 kWh und in 2 h 6,063 kWh verbraucht. Daraus ergeben sich die Gütezahlen für 1 und für 2 h:

$$G_1 = \frac{5{,}34 \cdot 1}{3{,}81} = 1{,}40 \text{ und } G_2 = \frac{5{,}34 \cdot 2}{6{,}063} = 1{,}76$$

$$\frac{1}{G_1} = 0{,}72 \text{ und } \frac{1}{G_2} = 0{,}58$$

$$Z_1 = \frac{1030}{3600} = 0{,}286 \text{ und } Z_2 = \frac{3120}{7200} = 0{,}434.$$

Für die 1,6 kW-Röhre ergaben sich die Ausschaltzeiten mit 1065 s in der ersten Stunde und 2665 s in 2 h. Die Leistung betrug 1,42 kW. Verbraucht wurden in der ersten Stunde 0,996 kWh und in 2 h 1,723 kWh. Daraus errechnen sich:

$$G_1 = \frac{1{,}43 \cdot 1}{0{,}996} = 1{,}44 \text{ und } G_2 = \frac{1{,}43 \cdot 2}{1{,}723} = 1{,}66$$

$$\frac{1}{G_1} = 0{,}70 \text{ und } \frac{1}{G_2} = 0{,}60$$

$$Z_1 = \frac{1065}{3600} = 0{,}30 \text{ und } Z_2 = \frac{2665}{7200} = 0{,}37.$$

In der Zahlentafel 1 sind diese Meßergebnisse (Röhre 1 und 2) und die daraus errechneten Kennziffern angegeben. Außerdem sind die von Opacki[5]) mitgeteilten Untersuchungen in der gleichen Weise ausgewertet worden (Röhre 3 bis 5) und der Zusammenstellung beigefügt.

Zu bemerken ist hierzu noch, daß Nr. 2 und 3 normale Röhren sind. Röhre 4 ist dieselbe wie 3, jedoch mit einer behelfsmäßig hergestellten besonderen Wärmeisolation zur Verringerung der Wärmeabgabe an die Umgebung ausgestattet. Röhre 5 besitzt eine besonders hohe Kapazität im Verhältnis zu ihrer Leistung.

[5]) Wie Fußnote 4.

Zahlentafel 1.
Gütegrad-Messungen an verschiedenen Bratröhren.

Bratröhre		1	2	3	4	5
Aufnahme	kW	5,34	1,43	1,10	1,10	0,80
Dauer der 1. Aufheizung	s	1680	1365	1090	1092	2645
Verbrauch der 1. Aufheizung	Wh	2493	550	332	329	481
Kapazität	Wh	2001	399	233	241	394
Verbrauch in der 1. Std.	kWh	3,811	0,996	0,640	0,548	0,562
„ „ „ 2. Std.	kWh	2,252	0,727	0,521	0,292	0,242
„ nach 2 Std.	kWh	6,063	1,723	1,161	0,840	0,804
gesamte Ausschaltzeit in der 1. Std.	s	1030	1065	1499	1735	635
gesamte Ausschaltzeit in 2 Std.	s	3120	2665	3348	4502	3186
Kennziffer G_1		1,40	1,44	1,72	2,01	1,42
„ G_2		1,76	1,66	1,37	2,62	2,00
„ $1/G_1$		0,72	0,70	0,58	0,50	0,70
„ $1/G_2$		0,58	0,60	0,78	0,38	0,50
„ Z_1		0,286	0,30	0,42	0,48	0,18
„ Z_2		0,434	0,37	0,37	0,63	0,44

Man erkennt aus dem Vergleich dieser Ziffern für die Röhre 3, daß die Kennziffer G nach 2 h unter Umständen sogar ungünstiger werden kann als in der ersten Stunde. Erst nachdem die Röhre gut nach außen isoliert wurde, ergab sich mit der Zunahme von G_1 auch, daß G_2 größer als G_1 wurde. Der Einfluß der Isolation einer Röhre auf die Ausnutzung der zugeführten Energie ist also beträchtlich. Ferner läßt sich bei Betrachtung der Kennziffern für Röhre 5 mit verhältnismäßig großer Kapazität erkennen, daß sich eine besonders starke Zunahme von G nach 2 h gegenüber der nach 1 h ergibt, allerdings ohne daß sie deswegen ungewöhnlich höher wäre. Es ist daraus zu schließen, daß eine Röhre mit sehr hoher Kapazität dann keine Vorteile bietet, wenn Brat- und Backgüter hergestellt werden, die nur etwa 1 h zur Fertigstellung benötigen.

Jedenfalls lassen die Kennziffern G und Z Vergleiche zwischen verschiedenen Röhrenbauarten bei ein- und zweistündigen Versuchen mit 200 °C im Mittel (schwankend zwischen 195 und 205 °C) zu. Wie bei allen Stromverbrauchern wird diese Gütezahl, ebenso die Größe der Ausschaltzeit, auch von der Nennleistung der Röhre abhängen und mit der Zunahme der Leistung günstiger werden, natürlich immer bei gleicher Bauart. Es ist also notwendig, diese Gütezahl oder die Ausschaltzeiten auch noch von der Leistung der Röhre abhängig zu machen. Hierzu ist es erforderlich, daß von den zuständigen Stellen eingehende diesbezügliche Versuche an Röhren verschiedenster Bauarten und Leistungen durchgeführt werden, ähnlich wie es für die genormten Kochplatten durch die Ankochverbrauchsziffern und die Ankochwirkungsgrade bereits geschehen ist.

Zusammenfassung.

Beim Verfahren von Opacki mit der gleichbleibenden Schwerpunktstemperatur in der Bratröhre werden auch die der Röhre zugeführte Leistung und Arbeit sowie die Aus- und Einschaltzeiten gemessen. Aus diesen Werten lassen sich für Betriebszeiten von 1 h und 2 h Beziehungen ermitteln, welche auf die Güte der Röhre schließen lassen. Bei praktisch im Betriebe durchgeführten Messungen wird die Anwendbarkeit dieser Beziehungen für die Beurteilung von Bratröhren dargelegt und vorgeschlagen, die Kennziffern für Röhren von bestimmter Leistung festzulegen und diese für die Beurteilung der Güte der Röhren in der gleichen Weise heranzuziehen wie die Ankochverbrauchsziffern und die Ankochwirkungsgrade für genormte Kochplatten.

Lötverbindungen in Aluminiumkabeln.

Von Obering. G. Kramer, Köln.

621. 315. 21. : 621. 315. 53 : 621. 791

Übersicht. Ein Weichlötverfahren wird beschrieben, bei dem ein besonderes Flußmittel und Lot verwendet werden. Die Versuche an nach diesem Verfahren hergestellten Lötstellen werden eingehend erläutert.

Die Verbindung von Aluminiumkabeln durch Schweißen, Löten oder Gießen bietet heute keinerlei Schwierigkeiten mehr. Allerdings muß ganz allgemein, wenn Aluminium mit irgendeinem anderen Metall verlötet werden soll, für ausreichenden Schutz gegen Zutritt von Feuchtigkeit gesorgt werden. Andernfalls können sich durch Elementbildung gegebenenfalls elektrolytische Korrosionserscheinungen einstellen, die im Laufe der Zeit eine vollkommene Zerstörung des Aluminiums herbeiführen. Da das Aluminium in der elektrolytischen Spannungsreihe stark negativ liegt, sind die Zerstörungserscheinungen um so größer, je höher positiv das mit dem Aluminium verbundene Metall in der Spannungsreihe liegt. In Kabelmuffen tritt zwar ein derartiger Fall nicht ein, da kein Elektrolyt vorhanden ist und schon aus rein isolationstechnischen Gründen nicht vorhanden sein darf. Bei Kabelendverschlüssen läßt sich mit einfachen Mitteln ein sicherer Schutz gegen den Zutritt von Feuchtigkeit schaffen. Deshalb können für Aluminiumkabel auch ohne weiteres die für Kupferkabel gebräuchlichen Muffen und Endverschlüsse verwendet werden.

Das Schweißverfahren erfordert ziemlich umfangreiche Geräte, hohe Temperaturen, persönliche Übung des Ausführenden und zum Teil Nachbehandlung der Schweißstellen. Wesentlich einfacher ist das Gießverfahren, jedoch muß das zum Vergießen benötigte Aluminium in besonderen Schamottetiegeln auf einer Feldschmiede oder einem Sonderofen auf eine Temperatur von etwa 850 ° C erhitzt werden. Demzufolge ist schon die Verwendung von Kühlbacken erforderlich, wenn die Kabelisolation nicht unter der Erwärmung Schaden leiden soll.

Das mit den einfachsten Mitteln und niedrigsten Temperaturen auszuführende Verfahren ist das Weichlöten; besondere Geräte werden hierzu nicht benötigt. Nach diesem Verfahren können sowohl Aluminiumleiter mit Aluminiumleitern als auch Aluminiumleiter mit Kupferleitern verbunden werden. Auch das Auflöten von Kabelschuhen aus Kupfer oder Messing auf Leiter aus Kupfer, Aluminium oder dergleichen ist ohne Schwierigkeiten möglich. Da sich an der Oberfläche des Aluminiums sehr leicht eine Oxydschicht bildet, die eine einwandfreie Bindung mit dem Lot unmöglich macht, ist es erforderlich, diese Oxydschicht zu entfernen. Dies geschieht z. B. bei dem sogenannten Reiblotverfahren auf mechanische Weise, die jedoch sehr zeitraubend ist.

Eine andere Möglichkeit der Weichlötung von Aluminium besteht in der Verwendung sogenannter Reaktionslote, wobei die Entfernung der Oxydhaut auf chemischem Wege mit Hilfe von Flußmitteln erreicht wird. Im Merkblatt VDE 0280[1]) sind gewisse Einschränkungen hinsichtlich dieses Verfahrens gemacht worden. Ferner soll gemäß Druckblatt 14 des Informationsdienstes der Aluminium-Zentrale die Anwendung derartiger Verfahren nur mit Vorsicht geschehen.

Inzwischen ist es gelungen, ein Weichlöten von Aluminium zu entwickeln, bei dem ebenfalls mit Reaktionslot gearbeitet wird, jedoch die seitherigen Mängel vermieden sind. Im Nachfolgenden soll auf das Verfahren selbst sowie auf die ausgeführten Versuche näher eingegangen werden.

Dieses Weichlötverfahren kann von jedem mit Kupferlötung vertrauten Monteur nach besonderer Anweisung ausgeführt werden. Es erfordert nur gewöhnliches Monteurwerkzeug und schafft bei kürzester Arbeitsdauer und niedrigen Arbeitstemperaturen völlig zuverlässige Verbindungen. Benötigt wird ein Speziallot aus niedrig schmelzenden Schwermetallen. Die auf den Drähten der Aluminiumleiter haftende Oxydschicht wird durch ein besonderes Flußmittel entfernt. Eine Vorverzinnung der einzelnen Drahtenden, wie sie bisher bei Anwendung von Reiblot nötig war, ist nicht erforderlich. Wesentliche Vorteile gegenüber dem Reiblotverfahren sind, daß die Lötverbindung in etwa der gleichen Zeit ausgeführt werden kann wie bei einem Kabel mit Kupferleitern, und daß die Kabelschuhe und Hülsen auch aus Aluminium bestehen können, wodurch ausländische Werkstoffe gespart werden.

Abb. 1. Herstellung einer Lötverbindung mit Löthülse.

Aus Abb. 1 ist ersichtlich, in welcher Weise eine Lötverbindung nach diesem Verfahren entsteht. Nach Vorbereitung der Kabelenden in bekannter Weise wird jedes der beiden zu verbindenden Aderenden unter Berücksichtigung der Hülsenlänge von Bleimantel und Aderisolation befreit. Dann wird die äußere Drahtlage etwas zurückgesetzt und das Leiterende leicht aufgebogen. Nachdem die Aderenden mit Flußmittel bestrichen sind, werden sie in die Hülse eingeführt und diese durch Bewickeln mit Asbestschnur oder dgl. abgedichtet. Darauf ist noch etwas Flußmittel in den Schlitz der Hülse zu streichen und die Lötstelle mit der Lötlampe leicht vorzuwärmen. Nun wird unter Verwendung zweier Gießlöffel (Abb. 2) das inzwischen auf eine Temperatur von 400 bis 440 ° C gebrachte Aluminiumlot mehrmals über die Lötstelle ge-

Abb. 2. Vergießen einer Lötstelle.

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 451.

gossen, nach dem Erkalten die Astbestschnur entfernt und die Lötstelle nachpoliert. Die vorstehende Erläuterung des Verfahrens gilt für Einleiterkabel, die aus zwei Lagen Einzeldrähten aufgebaut sind; an Mehrleiterkabeln, solchen mit mehr Lagen und Kabeln mit sektorförmigen Leitern ist es sinngemäß anzuwenden.

Abzweig-Hülse
Cu- oder Alu-Leiter
Cu- oder Alu Leiter

Abb. 3. Kabelabzweig mit Abzweighülse.

Sollen an einem vorhandenen Netz aus Kupferkabeln Abzweige, z. B. für Hausanschlüsse, angebracht werden, für die Kabel aus Aluminiumleitern zur Verfügung stehen, so verwendet man Tatzenklemmen, die am Kupferleiter in der üblichen Weise befestigt werden. Der Kabelschuh wird, wie später noch erläutert, verlötet. Auch längsgeteilte Abzweighülsen — mit und ohne Schrauben — sind hierfür geeignet. Abb. 3 zeigt eine solche Möglichkeit.

Alu-Leiter Alu-Lot Alu-Leiter
geteilte Metallhülse
geteilte Metallhülse geschlitzte Metallhülse
Alu-Leiter Alu-Leiter

Abb. 4. Schnitt durch Lötverbindung.

Handelt es sich darum, von einem Kabel mit Aluminiumleitern wiederum Kabel mit Aluminiumleitern abzuzweigen, so lötet man zunächst eine Hülse auf das Hauptkabel, die, wie Abb. 4 zeigt, längsgeteilt oder auch geschlitzt sein kann, falls das durchgehende Hauptkabel nicht geschnitten werden soll oder kann, und befestigt auf dieser Hülse die Tatzenklemme (Abb. 5).

Alu Alu
Alu

Abb. 5. Kabelabzweig mit Tatzenklemme.

Abb. 6 zeigt einen Schnitt durch eine gelötete Abzweig-Schraubhülse. Der durchgehende Hauptleiter besteht aus Kupfer. Die Abzweigleitung ist aus Aluminium hergestellt. Der Schnitt läßt erkennen, daß sämtliche Zwischenräume zwischen den einzelnen Leiterdrähten bzw. zwischen Leiterseil und Hülse vom Lot völlig ausgefüllt sind.

Zwecks Feststellung der Brauchbarkeit dieser Aluminiumlötverbindungen wurden Lötungen an Kabelleitern ausgeführt, die keinerlei Vorbehandlung durchgemacht hatten. Als Maßstab der Brauchbarkeit diente die Zugfestigkeit im Anlieferungszustand gegenüber der Zugfestigkeit von Lötungen, die folgende Behandlungen durchgemacht hatten:

a) eine ununterbrochene 6tägige Erwärmung auf 100 °C;
b) eine 48stündige Lagerung in einer 5prozentigen siedenden Kochsalzlösung;
c) eine 48stündige Lagerung in einer 5prozentigen siedenden Kochsalzlösung und eine anschließende neun Monate dauernde Freiluftalterung in ungeschütztem Zustand.

Die Untersuchung ergab, daß die Zugfestigkeit im Anlieferungszustand ungefähr gleich der Zugfestigkeit war, die nach Vornahme der unter a) bis c) angegebenen Beanspruchungen erreicht wurde. Ein eindeutiger Einfluß konnte also nicht festgestellt werden. Bei allen Proben

Cu
Cu
Alu

Abb. 6. Schnitt durch Abzweig-Schraubhülse. Hauptleiter aus Cu, Abzweig aus Al.

trat der Bruch immer außerhalb der Lötverbindung ein. Die Lötverbindungen selbst wurden dann in der Längs- und Querrichtung aufgeschnitten und eine der Schnittflächen geschliffen und poliert. Die Schnittflächen zeigten durchweg, daß das Lot die Drähte gleichmäßig dicht umschließt und an der Innenwandung der Hülse gleichmäßig fest haftet.

Eine Anzahl Lötverbindungen wurde in Scheiben geschnitten. Dann wurde versucht, aus den Scheiben mit einem dünnen Dorn die einzelnen Drähte bzw. Drahtstücke der Lötstelle herauszuschlagen. Aber auch dieser Prüfung widerstanden die Verbindungen; es gelang nicht, die einzelnen Drahtstücke aus der Lötung zu lösen.

Zur Klärung der Frage, ob die Verbindungsstellen vollkommene Betriebssicherheit in elektrischer Beziehung gewährleisten sowie hinsichtlich interkristalliner Umwandlungen, die ebenfalls als Korrosion anzusprechen sind, wurden Dauerversuche angestellt, die den betriebsmäßigen Verhältnissen weitestgehend angepaßt waren und zum Teil sogar unter noch schärferen Bedingungen ausgeführt wurden. Für die Untersuchung wurden eine Anzahl Kabelstücke zu mehreren Strängen miteinander verlötet. Die Prüflinge wurden durch Belastung mit Wechselstrom dauernden Erwärmungen bis etwa 70 °C und Wiederabkühlungen auf etwa 6 bis 10 °C ausgesetzt. Die von Zeit zu Zeit mit einer Thomson-Meßbrücke ermittelten Widerstandswerte sind in Abb. 7 als spezifischer Widerstand in Abhängigkeit von der Anzahl der Wärmezyklen zusammengestellt. Aus der Abbildung geht hervor, daß die Werte konstant blieben. Der an sich ziemlich niedrige Wert 0,02825 Ω/m und mm² gegenüber dem Wert von 0,02857 Ω/m und mm² für das Aluminiumseil ist durch die Zahl der Lötstellen — je drei auf den laufenden Meter — bedingt. Gleichzeitig geht hieraus hervor, daß die Lötverbindungen die Leitfähigkeit verlegter Kabelstrecken nicht ungünstig, sondern im Gegenteil günstig beeinflussen.

An weiteren Versuchsstücken, die aus je sechs Aluminium- und zwei Kupferseilenden bestanden und nach dem RDK-Lötverfahren zusammengelötet waren, wurden ebenfalls Erwärmungen bis 70 °C und darauffolgende Wieder-

abkühlungen vorgenommen. Messungen des Leiterwiderstandes wurden ausgeführt zu Beginn der Versuche sowie nach 50, 250, 500, 1500, 2500 und 3500 Wärmezyklen. Aber auch hierbei ergaben sich keinerlei Widerstandsänderungen. Ferner wurden diese Prüflinge nach dem 1500sten Wärmezyklus mechanischen Erschütterungen von 50 Hz unter gleichzeitiger Erwärmung ausgesetzt; auch hierbei traten keine Widerstandsänderungen auf.

Die Versuchsreihen ergaben eindeutig, daß keine interkristallinen Umwandlungen der Lötlegierung innerhalb der Lötverbindungsstellen erfolgen.

Schließlich wurden an den Lötverbindungen noch Kurzschlußversuche vorgenommen. Kurze Seilenden, die nach dem beschriebenen Lötverfahren miteinander verbunden waren, wurden mittels eines Hochstromtransformators so belastet, daß die Temperatur am Seil innerhalb 8 bis 15 s 160 ° C betrug. Vor den Versuchen sowie nach 15, 30 und 60 derartigen Erwärmungen wurde der Leiterwiderstand gemessen und eine Änderung nicht festgestellt.

Abb. 7. Spezifischer Leiterwiderstand in Abhängigkeit von der Anzahl der Wärmespiele.

Dieselben Prüflinge sowie weitere neu hergestellte Verbindungsstellen wurden dann noch mit einer so hohen Stromstärke belastet, daß nach etwa 15 s das Leiterseil abschmolz. Bei diesen Versuchen blieb die Lötstelle unbeschädigt und das Lot lief nicht aus. Damit war erwiesen, daß die nach dem vorstehend erläuterten Verfahren hergestellten Lötstellen den an sie zu stellenden Anforderungen in jeder Hinsicht genügen und diese Verbindungen vollkommen betriebssicher sind. Weder ihre elektrische noch ihr chemische Festigkeit lassen irgendwie zu wünschen übrig.

Bei der Montage von Endverschlüssen besteht die Notwendigkeit, Kabelschuhe oder auch sog. Lötröhrchen aufzulöten. Das erfolgt mit demselben Flußmittel und Lot, wie es zur Herstellung der vorstehend beschriebenen Verbindungsstellen verwendet wird. Wie die Abb. 8 zeigt, wird nach der üblichen Vorbereitung des Kabelendes der Kabelschuh bzw. das Lötröhrchen auf die Ader geschoben und mit Asbestschnur abgedichtet. Nachdem etwas Flußmittel eingefüllt ist, wird der Kabelschuh bzw. das Lötröhrchen mit einer Lötlampe gleichmäßig erwärmt. Dann läßt man das Lot einlaufen. Nach dem Erkalten wird ein Abschluß mit Lötzinn SnL 60 angebracht. Diese Lötstellen sind mehr oder weniger der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt. Auf Grund der vorerwähnten sehr weit ausgedehnten Versuche und der dabei erzielten Ergebnisse ist allerdings kaum eine Beeinflussung hierdurch zu erwarten. Um aber auf jeden Fall Elementbildung und damit Korrosion und Zerstörung der Verbindungsstellen zu vermeiden, sollte doch, um ganz sicher zu gehen, der Zutritt von Feuchtigkeit verhindert werden. Das gelingt unbedingt sicher mit dem bereits bei den Kupferlötungen erprobten und bewährten Abschluß der Lötstelle mit Lötzinn SnL 60. Auch Anstriche der Lötstellen mit Lack oder Bitumen, ferner Aufbringen einer Vaselineschicht haben sich als geeignet erwiesen. An der Übergangsstelle Kabelschuh bzw. Lötröhrchen/Aluminiumleiter wird der Feuchtigkeitszutritt durch Bewicklung mit Exzelsiorleinen oder sonstigem hierfür geeigneten Stoff und Lack- oder Bitumenanstrich vermieden.

a Lötzinn
b Al-Lot
c Kabelschuh
d Al-Leiter
e Asbestschnur
f Aderisolation
g Leinenzwirn
h Exzels.-Leinen

Abb. 8. Lötröhrchen auf Aluminiumleiter.

Die vorstehend erläuterten Versuche, die an nach diesem Verfahren hergestellten Verbindungsstellen ausgeführt wurden, sind auch an aufgelöteten Kabelschuhen und Lötröhrchen vorgenommen worden. Sie hatten genau dasselbe günstige Ergebnis.

Abb. 9. Schnitt durch einen auf Aluminiumleiter aufgelöteten Gußkabelschuh.

Der in Abb. 9 dargestellte geschnittene Kabelschuh läßt desgleichen die durchaus einwandfreie Beschaffenheit der Lötstelle erkennen.

Besonders beachtenswert ist noch, daß mit Lötverbindungen, die seit längerer Zeit unter schwersten Bedingungen in Betrieb sind, in Elektrizitätswerken, Aluminiumerzeugerwerken und bei anderen Verbrauchern der Beweis erbracht ist für die Zuverlässigkeit und die Betriebssicherheit der nach dem obigen Verfahren hergestellten Lötungen von Hülsen, Kabelschuhen u. dgl.

Zusammenfassung.

Ein im Betrieb gut bewährtes Weichlötverfahren wird beschrieben, bei dem ein sogenanntes Reaktionslot verwendet wird. Das Verfahren gestattet, mit einfachsten Mitteln alle Arten von Lötungen an Aluminiumkabeln betriebssicher auszuführen. Die Lötungen erfordern nur etwa dieselbe Zeit wie an Kabeln mit Kupferleitern und können von jedem mit ähnlichen Arbeiten an Kupferkabeln vertrauten Monteur ausgeführt werden. Die erläuterten Versuche zeigen, daß die im allgemeinen bei Verwendung von Reaktionsloten gehegten Befürchtungen im vorliegenden Falle nicht zutreffen. Die bei Kupferkabeln gebräuchlichen und genormten Verbindungshülsen, Muffen usw. können bei dem beschriebenen Verfahren ebenfalls verwendet werden.

Der richtige Einsatz des Elektrofahrzeuges.

621. 335. 5

Bei der Stadtverwaltung Frankfurt a. M. laufen seit mehreren Jahren Elektrokarren, Elektrolastwagen und Elektro-Sonderwagen für Straßenreinigungszwecke sowie Elektrozugmaschinen zur vollen Zufriedenheit in bezug auf Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Zahlentafel 1 zeigt die Anzahl, die Leistungsfähigkeit der Wagenbatterien, die Zahl der Ladestellen, die Jahreskilometerleistung sowie die jährlich verbrauchten kWh der verschiedenen städtischen Dienststellen.

Zahlentafel 1.

Verwendungsstelle	Zahl	Leistungsfähigkeit d. Batterie Ah	Zahl der Ladestellen	Jahresleistung rd. km	Jahresverbrauch rd. kWh
1. Fuhrpark und Straßenreinigung	52	250 ··· 300	39	340 000	253 000
2. Städt. Krankenhaus .	15	120 ··· 250	10	28 000	21 000
3. Großmarkthalle	19	70 ··· 120	13	53 000	40 000
4. Bestattungswesen ...	3	80	2	6 000	4 500
insgesamt	89		64	427 000	318 500

Wenn z. B. bei dem städtischen Fuhrpark von den 52 Elektrofahrzeugen nur 340 000 km, also rd. 6500 km/Fahrzeug und bei den übrigen Stellen noch weniger im Jahr geleistet werden, so besagt dies, daß hier das Elektrofahrzeug tatsächlich am Platze ist. Unwirtschaftlich wäre es, wollte man hier mit Benzinfahrzeugen arbeiten[1]). Zweifellos können die Elektrofahrzeuge auch größere Leistungen vollbringen, wie die Zahlentafel 2 für Elektrowagen mit Batteriegrößen von 150 bis 2 × 400 Ah zeigt, wobei ein im langjährigen Fahrbetrieb ermittelter Verbrauch an kWh/km zugrundegelegt wurde.

Zahlentafel 2. Leistungsfähigkeit von Elektrowagen.

Batteriegröße Ah	Arbeit nach einer Ladung kWh	Verbrauch je km rd. kWh	äußerste Leistung nach einer Ladung km	äußerste Jahresleistung bei 260 Tagen km
150	12		22	5 700
200	16	0,55	29	7 500
250	20		36	9 400
300	24		37	9 600
350	28	0,65	43	11 200
400	32		49	12 700
2 × 300	48		53	13 800
2 × 350	56	0,90	62	16 200
2 × 400	64		71	18 500

Man würde aber für die Zwecke der obengenannten Betriebe auch keine Pferdefuhrwerke benutzen, sie würden ebenfalls viel unwirtschaftlicher arbeiten als das Elektrofahrzeug. Es kommt eben auf den richtigen Einsatz der Fahrzeuge an, was in jedem Einzelfalle gründlich untersucht werden muß. Gute Dienste leistet hierbei ein kleines Heft[2]) „Pferd oder Motor im Güter-Nahverkehr". Bei der Aufstellung von vergleichenden Wirtschaftlichkeitsrechnungen z. B. für Elektro- und Benzin-Lastwagen muß der Jahres- oder Tages-km-Leistung größte Beachtung geschenkt werden. Werden Tagesleistungen von 50 bis 100 km gefordert, ohne daß das Fahrzeug einen Batteriewechsel vornehmen kann, so ist hier ein Elektrofahrzeug nicht immer am Platze. Würde hier dennoch ein Elektrowagen eingesetzt, so dürfte die Enttäuschung nicht ausbleiben, und zweifellos würde dies den Elektrofahrzeugen sehr zum Nachteil gereichen. Die erste Frage muß daher stets lauten: „Wieviel Kilometer sind täglich zu leisten?" Erst dann kann die Frage nach dem wirtschaftlichsten und zweckmäßigsten Fahrzeug gestellt und beantwortet werden. Liegt die geforderte km-Leistung innerhalb der Grenzen, die von einem Elektrofahrzeug noch bewältigt werden können, so müssen auch für diese Leistung die Kosten einer anderen Fahrzeugart vergleichsweise ermittelt werden. Man findet oft Wirtschaftlichkeitsrechnungen, in denen Jahreskilometerleistungen angenommen werden, die von einem Elektrowagen ohne weiteres nicht geleistet werden können; eine solche Rechnung gibt dann kein richtiges Bild der tatsächlichen Kosten. In der Abb. 1 sind die Kosten je Kilometer in Abhängigkeit von der Jahres-km-Leistung dargestellt.

Rpf/km; 1000 km/Jahr

a Elektrolastwagen *b* Benzinlastwagen

Abb. 1. Fahrkosten je Kilometer in Abhängigkeit von der Jahresleistung.

Der Elektrowagen arbeitet bis etwa 18 000 km/Jahr wesentlich günstiger als der Benzinlastwagen; soll der Elektrowagen mehr leisten, so muß eine zweite Batterie beschafft und täglich ein Batteriewechsel vorgenommen werden. Die Erneuerungskosten der Batterien steigen hierdurch erheblich, so daß über 18 000 km Jahresleistung das Elektrofahrzeug nach dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung ungünstiger arbeitet als ein Benzinwagen gleicher Größe und unter gleichen Bedingungen. Der in obiger Abbildung dargestellten Kurve liegen Erfahrungswerte zugrunde.

Einige Mittelwerte über den kWh-Verbrauch je 100 km und je t Tragfähigkeit sowie der täglichen Fahrleistung einzelner Elektrowagen zeigt die Zahlentafel 3, die Betriebswerte enthält.

Zahlentafel 3.

1,5 t-Lastwagen	32 kWh/t	und 100 km;	Tagesleistung	30 km
2,0 „ „	30 „	„ 100 „ ;	„	32 „
3,0 „ „	23 „	„ 100 „ ;	„	35 „
5,0 „ „	17,9 „	„ 100 „ ;	„	42 „

Die äußerst möglichen Tagesleistungen werden also nicht erreicht, deshalb stellt sich der Betrieb hier wesentlich billiger als mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.

W. Wegener VDE.

[1]) Siehe ETZ 57 (1936) S. 262.
[2]) RKW-Veröffentlichung Nr. 93 AWF.

André Marie Ampère.

Zur Erinnerung an die 100. Wiederkehr seines Todestages am 10. Juni 1936.

Von Dr. **Hans Schimank**, Hamburg.

537 (09)

Unter dem Datum des 21. Juli 1820 hatte Hans Christian Oersted seine „Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam" bekannt gemacht und durch diese „Versuche über die Wirkung des elektrischen Konflikts auf die Magnetnadel" nachgewiesen, daß eine frei bewegliche Magnetnadel durch den Schließungsdraht einer Voltaschen Säule in mannigfacher Weise beeinflußt wird. In einer Mitteilung vom August des gleichen Jahres über „neuere electro-magnetische Versuche" hatte er ergänzend festgestellt, daß „die elektromagnetischen Wirkungen nicht von der Intensität (dem Spannungsunterschied) der Elektrizität abzuhängen scheinen, sondern bloß von ihrer Quantität", und hatte ferner erkannt und versuchsmäßig bestätigt, „daß auch dem galvanischen Bogen von dem Magnet eine Bewegung erteilt werden müßte". Obwohl er die Gleichwertigkeit einer Stromschleife mit einer magnetisch polarisierten Platte bereits aus ihrer Wirkung auf die Pole einer Magnetnadel und ihrem Verhalten gegenüber den Polen eines Stabmagneten erkannte, war es ihm aber „noch nicht gelungen, einen galvanischen Apparat, der sich nach den Polen der Erde richtet, herzustellen".

Hier griffen die Untersuchungen Ampères ergänzend und fördernd ein, der gemäß der scharfen Denkschulung, die für die mathematisch-physikalische Arbeitsrichtung der damaligen französischen Physiker kennzeichnend ist, zunächst begriffliche Klarheit schuf und dabei als erster den Unterschied zwischen der bisher allein berücksichtigten Spannung bei allen „elektromotorischen Wirkungen" und dem von ihm geschaffenen Begriff des elektrischen Stromes hervorhob. Unter der Einwirkung einer Spannung erfahren sowohl das positive wie das negative elektrische Fluidum eine Beschleunigung in entgegengesetzter Richtung, die so lange anhält, bis „das Beharrungsvermögen der elektrischen Flüssigkeiten und der Widerstand, den sie wegen Unvollkommenheit des Leitungsvermögens selbst der besten Leiter erleiden", einen nun anhaltenden Gleichgewichtszustand herbeiführen. „Und da hier beständig von den beiden entgegengesetzten Richtungen die Rede sein wird, in welchen sich die beiden Elektrizitäten bewegen", fährt Ampère dann fort, „so setze ich ein für allemal fest, daß ... (ich unter der Stromrichtung) jedesmal die der positiven Elektrizität verstehe. Der elektrische Strom .... geht in dem leitenden Kreise zwischen den beiden Enden der Säule .... von dem Sauerstoff gebenden zu dem den Wasserstoff gebenden Ende der Säule .... (Darum) nenne man Richtung des elektrischen Stromes diejenige, in welcher der Wasserstoff und die Salzbasen sich bei der Zersetzung .... bewegen."

War damit der Strombegriff scharf gekennzeichnet, so galt es nun, die reinen Bewegungswirkungen stromdurchflossener Leiter, für die Ampère den Namen „elektrodynamische" Vorgänge prägte, näher zu untersuchen. Dabei mußten sowohl eine versuchsmäßige Grundlegung wie auch eine neue gedankliche Fassung und eine möglichst strenge formelmäßige Festlegung der Erscheinungen angestrebt werden. Daß er in allen drei Richtungen seine Forschung erfolgreich vorwärts zu treiben wußte, macht Ampères Größe aus und sichert ihm seinen Platz unter den schöpferischen Geistern. Den entscheidenden Schritt über die Erkenntnisse Oersteds hinaus bedeutete dabei die Feststellung, daß eine elektrodynamische Wirkung nicht nur zwischen Stromleitern und Magneten, sondern auch zwischen Stromleitern untereinander erfolgt, wobei Leiterstücke, die von gleichgerichteten Strömen durchflossen werden, einander anziehen, während sie sich abstoßen, wenn gegensätzlich gerichtete Ströme in ihnen fließen. Um diese Wirkungen auch zahlenmäßig genau untersuchen zu können, ersann Ampère die mannigfachen Formen drehbarer stromdurchflossener Bügel, deren wir uns noch heute im grundlegenden Unterricht der Elektrizitätslehre bedienen (Abb. 2). Dabei glückte ihm auch der von Oersted vergeblich gesuchte Nachweis der Richtwirkung des erdmagnetischen Feldes auf eine stromdurchflossene Schleife und im weiteren Verlauf der Untersuchungen die Herstellung und wachsende Verbesserung von Stromspulen, die sich völlig wie natürliche Magnete verhielten. Sie bestätigten zugleich in gewissem Grade die von Ampère im Gegensatz zu nahezu allen übrigen Physikern seines Zeitalters gemachte Annahme, daß sich sämtliche magnetischen Erscheinungen auf die Wirkungen körpereigener elektrischer Ströme von teilweise molekularen Abmessungen zurückführen lassen. Auch den Erdmagnetismus führte er auf derartige Ströme zurück, die er als thermoelektrisch bedingt betrachtete.

Abb. 1. André Marie Ampère.
Nach einer Bronzeplakette der Hamburger Kunsthalle.

Eines der vielen Beispiele für das Geschick, mit dem er physikalische Zusammenhänge in anschaulicher Form auszudrücken wußte, ist auch die nach ihm benannte Regel, die in ihrer ursprünglichen Gestalt lautet: „Wenn man sich in die Richtung des Stromes gestellt denkt, so daß dieser von den Füßen zum Kopfe des Beschauers fließt, der sein Gesicht der Magnetnadel zuwendet, so wird durch die Stromwirkung deren dem Norden zugekehrtes Ende ständig nach links — vom Beobachter aus — abgelenkt."

Nun war Ampère ursprünglich und in der Hauptsache Mathematiker. Als Professor für höhere Analysis war er an der berühmten École polytechnique tätig, aus der Frankreichs beste Mathematiker, Physiker und Ingenieure hervorgingen; vornehmlich mathematischen Untersuchungen verdankte er 1814 seine Aufnahme als Membre de l'Institut, als Mitglied der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der einstigen und späteren Pariser Akademie der Wissenschaften. Seinem ganzen Wesen nach mußte er also nach einer mathematischen Erfassung der

elektrodynamischen Erscheinungen streben. Als beinahe einziges Hilfsmittel konnte zu zahlenmäßig genauer Erfassung der Wirkungsabhängigkeit die Schwingungsdauer von Magnetnadeln beobachtet werden, wobei aber der Einfluß des erdmagnetischen Feldes die verhältnismäßig schwachen Kraftwirkungen der Stromleiter störend überdeckte. Um ihn auszuschalten, astasierte Ampère seine Magnetnadel, indem er ihre Schwingungsebene senkrecht zur Richtung der Inklinationsnadel stellte. Seit 1821 bediente er sich für den gleichen Zweck eines astatischen Nadelpaares. 1826 erschien dann als Zusammenfassung seiner versuchsmäßigen wie seiner theoretischen Untersuchungen das „Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience". Es enthält die sog. Ampèresche Formel, von der noch Maxwell sagte, daß sie zu „allen Zeiten als Kardinalformel der Elektrodynamik bestehen bleiben wird". Wenn wir auch heute dieser Behauptung nur noch bedingt zustimmen, so bleibt es doch das große Verdienst Ampères, in einer kühnen und wirklich „einzig auf Versuche gestützten" Abwandlung Newtonscher Denkformen ein Differentialgesetz aufgestellt zu haben, das sämtliche damals bekannte Erscheinungen umfaßte. Newtonisch war der Gedanke einer reinen Fernwirkungsbetrachtung winzig kleiner Stromträger, deren Wirkung ausschließlich von der Entfernung und der elektrodynamischen Größe dieser Träger abhängt.

Abb. 2. Ampères Versuchsgeräte. Nach einem Kupferstich aus der „Darstellung der neuen Entdeckungen über die Elektrizität und den Magnetismus .. durch Ampère und Babinet, Leipzig 1822". Links oben eine Trogbatterie mit Schließungsdraht, daneben das Ampèresche Gestell, links unten eine Magnetnadel in astatischer Einstellung, rechts unten ein astatisches Nadelpaar. Unten in der Mitte ein stromdurchflossenes Rechteck mit rhombischer Holzspreize, das sich bei richtiger Lage mit seiner Ebene senkrecht zur Richtung der erdmagnetischen Kraftlinien stellt.

Dabei braucht man in der Bezeichnung elektrodynamische Größe noch nichts von Newtonschen Vorstellungen Abweichendes zu sehen, der ja seinen Massenbegriff auch als ein Produkt von Rauminhalt und spezifischem Gewicht faßt. Das Fremdartige besteht erst in der unerläßlichen Einführung einer goniometrischen Funktion des Winkels, den die Verbindungsrichtung der beiden Wirkelemente mit der in dem Leiterstück herrschenden Stromrichtung bildet. Doch sind nähere Erörterungen darüber nicht erforderlich. Denn von den Aufstellungen Ampères führte ja der Weg der theoretischen Forschung längst zu den Gesetzen von Weber, Gauß und Neumann und endlich zu den auf einer anderen gedanklichen Grundlage ruhenden Formeln Maxwells. Alles dies ändert aber nichts an dem hohen Werte, den gerade Ampères Bemühungen für die künftige Entwicklung der Elektrodynamik besaßen, und gerade wir in Deutschland dürfen mit Stolz sagen, daß es ein Deutscher war, Wilhelm Weber, der meßtechnisch und gedanklich zu Ende führte, was Ampère begann. In Gemeinschaft mit Gauß verwirklichte er auch durch die Erfindung des elektromagnetischen Telegraphen in genialer Einfachheit 1833 den von Ampère dreizehn Jahre früher entworfenen, praktisch undurchführbaren Plan einer elektromagnetischen Telegraphie mit 24 selbständigen Stromkreisen[1]).

Ampère selbst, der am 22. Januar 1775 zu Lyon geboren wurde, verdankte den besten Teil seiner Kenntnisse sich selbst und besaß außer hervorragenden Kenntnissen in der Mathematik auch ein umfängliches chemisches Wissen. Die schweren seelischen Erschütterungen, die er durch den Tod seines Vaters, der 1793 unter dem Fallbeil der Guillotine endete, und 1804 durch den Verlust seiner über alles geliebten Gattin erlitt, hatten einen in Ampère schlummernden Hang zur Melancholie verstärkt und trugen wohl schuld an mancher Sonderbarkeit seines Wesens. Sie wurde aber überstrahlt von einer tiefen inneren Güte, die schließlich jeden Spott entwaffnen mußte. Auf einer Reise nach Südfrankreich, von der seine Freunde Heilung für ihn erhofften, starb Ampère zu Marseille am 10. Juni 1836.

In einem Schreiben Friedrich Wöhlers findet sich eine Schilderung Ampères aus dessen letzten Lebensjahren. In diesem am 23. 10. 1833 aus Paris an Jöns Jakob Berzelius gerichteten Briefe heißt es:

„Ampère. Ein Original, wie es wohl wenige mehr gibt. Ein ziemlich großer alter Mann, vom Alter etwas gebückt, mit dicker, hängender Unterlippe, ziemlich zahnlos mit hervorstehenden, stierblickenden Augen, eine Perücke, die hier und da den Kahlkopf durchblicken läßt, gekleidet in schwarzem Fracke, der sehr alt und abgeschabt ist, und die Wäsche stets braun von Schnupftabak, den er in zwei Dosen mit sich führt. Dessen ungeachtet war mir dieser Mann einer der merkwürdigsten und respektabelsten. Den Neckereien und Witzen, die er von den andern Alten, namentlich von Arago und Thenard, zu erdulden hat, entgegnet er mit einer großen Gutmütigkeit und nicht selten mit komischem Witz. Nichts verdrießt ihn, und er bleibt stets in demselben guten Humor. Er ist ohne Zweifel einer der tiefsten spekulativen Köpfe und scheint eine ungeheure allgemeine Gelehrsamkeit zu besitzen. Er ist selbst in den neuesten chemischen Entdeckungen ganz im Detail zu Hause." Das äußere Aussehen des Begründers der Elektrodynamik zeigt uns am feinsten eine Porträtplakette von David d'Angers aus dem Jahre 1829.

[1]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 1909

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 7. 025 : 621. 317. 18. 085. 4 **Anordnung zur Erzielung einer gleichmäßigen Skalenteilung bei Wechselstrom-Meßgeräten.** — Bei vielen in der Wechselstromtechnik gebräuchlichen Meßgeräten ist die eine Zeigerablenkung verursachende Kraft proportional dem Quadrat der Stromstärke oder der Spannung, die gemessen werden soll. Da anderseits die Richtkraft dem Drehwinkel proportional ist, wird eine quadratische Teilung der Skala notwendig. M. Barlow versucht nun, durch eine Zusatzkraft zur mechanischen Rückführkraft ein resultierendes Drehmoment zustande zu bringen, das ungefähr proportional mit dem Quadrat der Zeigerablenkung größer wird, um dann eine gleichmäßiger geteilte Skala verwenden zu können. Eine Möglichkeit zur Verwirklichung dieses Grundgedankens bietet das Coulombsche Gesetz, das in den beschriebenen Anordnungen angewandt wird, indem als zusätzliche Rückführkraft die abstoßende Kraft zwischen den ungleichnamigen Polen zweier Magnete benutzt wird, von denen der eine mit dem feststehenden Teile des Meßgerätes, der andere mit der Nadelaufhängung verbunden ist. Die Versuche werden mit einem Vielzellen-Spannungsmesser ausgeführt, mit zwei verschiedenen Anordnungen der Hilfsmagnete, wobei in jedem Falle die Aufhängung des beweglichen Plattensatzes nur eine geringe Rückführkraft besitzt: Der Aufhängefaden besteht aus einem Phosphorbronzeband mit einem Querschnitt von $275\,\mu \cdot 12{,}5\,\mu$ und einer Länge von 19 cm; bei dieser Aufhängung beträgt die Richtkraft nur $7 \cdot 10^{-6}$ gcm. Die erste der untersuchten Anordnungen ist in Abb. 1 a dargestellt. Wie man sieht, werden als Hilfsmagnete zwei Stabmagnete verwendet, die einander parallel laufen und senkrecht ausgerichtet sind. Jeder der Stabmagnete ist 5,08 cm lang und besitzt einen Durchmesser von 0,79 mm. Der Nullpunkt wurde durch Verdrillen des Aufhängebandes eingestellt. Die Abhängigkeit der Zeigerablenkung von der angelegten Spannung ist für diese Anordnung aus Abb. 2 a ersichtlich; zum Vergleich ist die Eichkurve des Meßgerätes (b) ohne Anwendung der Hilfsmagnete dargestellt. Der Einfluß der Hilfsmagnete ist deutlich wahrzunehmen: der Zeigerausschlag ist am unteren Ende der Skala beinahe dreimal so groß geworden, da die aus der Verdrillung des Aufhängebandes und der abstoßenden Kraft zwischen den einander gegenüberliegenden gleichnamigen Polen der Hilfsmagnete resultierende Richtkraft in der Nähe des Nullpunktes bedeutend kleiner ist als die Richtkraft des Fadens allein. Eine zweite Anordnung der Hilfsmagnete ist in Abb. 1 b wiedergegeben. In diesem Falle sind die Hilfsmagnete zu Kreisbögen ausgebildet, von denen der eine wieder feststeht, während der andere mit dem Aufhängeband starr verbunden ist; es handelt sich wieder um Stabmagnete mit einem Durchmesser von 0,79 mm, die zu Kreisbögen vom Durchmesser 6 cm ausgebildet sind. Diese Anordnung hat gegenüber der zuerst beschriebenen den Vorteil, daß der Zeiger ohne zusätzliche Verdrillung des Aufhängebandes in die Nullage sich einstellt, indem die abstoßenden Kräfte zwischen den beiden einander gegenüberliegenden Südpolen und Nordpolen im entgegengesetzten Sinne auf die Aufhängung wirken und sich in der Nulllage des Zeigers das Gleichgewicht halten. Der Einfluß dieser Anordnung zweier Hilfsmagnete auf die Eichkurve des Spannungsmessers ist augenscheinlich in Abb. 2 c dargestellt. Ein Vergleich der Kurven a und c zeigt außerdem, daß in der günstigen Wirkung der Anordnung zweier einander paralleler und zweier kreisbogenförmig ausgebildeter Hilfsmagnete kein wesentlicher Unterschied besteht. Um einen Dauerzustand der Eichkurve des nach einem der beschriebenen Verfahren verbesserten Meßgerätes zu erreichen, ist die Anwendung von Hilfsmagneten mit großer Koerzitivkraft notwendig, wie sie im Kobaltstahl und in den neuen Nickel-Aluminium-Legierungen zur Verfügung stehen. Weiterhin wird die Anwendung des geschilderten Verfahrens auf ein Drehspulmeßgerät mit Thermoelement beschrieben; sinngemäß tritt dabei an die Stelle der abstoßenden Kraft eines besonderen Hilfsmagneten auf einen mit der Drehspule beweglichen zweiten Hilfsmagneten der gleichartige Einfluß des genügend starken Streufeldes des Dauermagneten des Drehspulgerätes. Die einfache Anordnung ist in Abb. 1 c dargestellt. Schließlich wird der Aufbau der resultierenden Richtkraft durch eine Reihe von Kurven veranschaulicht. [H. E. M. Barlow, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 618.] *E. C. M.*

a Stabhilfsmagnete
b halbkreisförmige Hilfsmagnete
c Systemmagnet und Hilfsmagnet

Abb. 1. Magnete zur Erzielung gleichmäßiger Skalenteilung bei Wechselstrommessern.

a Eichkurve eines nach Abb. 1 a verbesserten Wechselstrommessers
b gewöhnliche Eichkurve
c Eichkurve eines nach Abb. 1 b verbesserten Wechselstrommessers
d gewöhnliche Eichkurve

Abb. 2. Eichkurven.

621. 317. 39. 029. 5 **Lotungen mit Wasserschall.** — Die Echolote beruhen darauf, daß ein Schall vom Schiff zum Meeresboden gesandt, dort zurückgeworfen und von einem Empfänger im Schiff wieder aufgenommen wird. Die Laufzeit des Schalles ist ein Maß für die Wassertiefe. Die Genauigkeit der Echoverfahren gestattet zuverlässige Kartenaufnahmen der Bodengestaltung. Dabei ist die Schiffsgeschwindigkeit an sich praktisch belanglos. Beträgt sie 10 Knoten und die Impulsfolge der Schallquelle 96 je Minute, dann liegen die Lotpunkte reichlich 3 m voneinander entfernt. Als Schallquelle reicht für langsame Schiffe bei mäßigen Wassertiefen ein rein elektromagnetisches Hammersystem aus. Für hohe Geschwindigkeiten und große Tiefen ist dagegen der Wechselstrom-Preßlufthammer anzuwenden, da dessen Schlag viel kräftiger ist und das Kennzeichen eines Tones hat. Ein weiteres System, welches eine mit 1500 bis 2000 Hz schwingende Membran von verhältnismäßig großem Durchmesser verwendet, ist unter dem Namen „Fessenden" bekannt. Die Schwingungszahl wird durch die erregende Wechselstromfrequenz bestimmt und das Zeichen unmittelbar beim Einschalten des Stromes ausgesandt. Bei diesen im Tonfrequenzgebiet arbeitenden Systemen müssen Sender und Empfänger im Schiffsboden räumlich um etwa 17 bis 20 m schräg voneinander entfernt angeordnet werden, damit der Empfang

des Echos nicht durch direkte Beaufschlagung unterbunden wird. Gewöhnlich legt man den Empfänger nach vorn, um ungestörter von Schiffs- und Wassergeräuschen sowie Blasenbildung zu sein. Eine Folge der räumlichen Trennung ist jedoch, daß die Tiefenskala in der Nähe des Nullpunktes, d. h. gerade dort, wo höchste Genauigkeit verlangt wird, gedrängt und schwer ablesbar ist, so daß sich Tonfrequenzsysteme für Lotungen im seichten Wasser schlecht eignen. Dagegen sind sie brauchbar für Vermessungen im tiefen Wasser, weil besonders der vom Preßlufthammer erzeugte Schall ein gutes Durchdringungsvermögen besitzt. Mit einer solchen Geräteanordnung hat z. B. das Vermessungsschiff „Challenger" große Teile des Atlantik ausgelotet. — Die Nachteile der tönenden Systeme, welche im flachen Wasser ungenau, im Aufbau verwickelt und wartungsbedürftig, anfällig gegen Störgeräusche aus dem Schiff wie umgekehrt selbst geräuschvoll arbeitend sind, veranlaßten den Versuch, die Senderfrequenz in das Gebiet um 30 000 bis 40 000 Hz zu legen. Den ersten kristallgesteuerten Schwinger dieser Art baute Langevin. Seine Arbeit bildete die Grundlage für das „Echometer" von Marconi. Die Vermeidung der Nachteile der Tonfrequenzschwinger wurde jedoch erkauft mit neuen Nachteilen: schlechtes Durchdringungsvermögen, d. h. keine Eignung für Tiefenlotungen, und Anordnung der Geräte außerhalb der Schiffshaut, welche mit ihrer Beplattung den Ultraschall absorbieren würde. — Die englische Admiralität hat unlängst ein Echolot entwickeln lassen, welches die magnetostriktiven Eigenschaften des Nickels ausnutzt und in seiner Grundbauart mit 16 000 Hz arbeitet. Großes Durchdringungsvermögen, Einbau der Geräte innerhalb des Schiffes, keine nennenswerte räumliche Trennung von Sender und Empfänger, also weitgehende Linearität der Skala um Null, dabei nahezu geräuschloses Arbeiten und Unempfindlichkeit gegen tonfrequente Störgeräusche sind die hervorstechenden Merkmale dieses Systems. Bekanntlich führt Nickel im Wechselfeld periodische Längenänderungen aus. Ein Paket ringförmiger Nickel-Stanzschnitte ist toroidförmig mit isoliertem Draht von starkem Querschnitt umwunden. Durch diese Wicklung schickt man die Entladung eines Kondensators. Es bildet sich ein kräftiger, stark gedämpfter Ausgleichstrom in dem aus L und C bestehenden Schwingungskreis aus und versetzt das Nickelpaket in Vibration. Diese überträgt sich auf einen Strahler. Das ausgesandte Strahlenbündel besitzt den halben Öffnungswinkel von 21° gegen seine Achse. Die Ladung des Kondensators wird zwischen je zwei Zeichengaben erneuert, so daß sich der beschriebene Vorgang mit jeder Sendung wiederholt. Der Empfang des Zeichens geschieht in umgekehrter Reihenfolge; das Nickelpaket der Empfangsseite muß allerdings magnetisch vorgespannt werden. [Electr. Rev. 118 (1936) S. 90.] *W. Schr.*

Elektrowärme.

621. 364. 14 **Die Heizelemente der elektrischen Glühöfen.** — Die Betriebstemperatur eines Ofens muß in ihrer Höhe dem Verwendungszweck angepaßt sein. Entsprechend dieser Betriebstemperatur muß natürlich auch der Baustoff für die Heizelemente gewählt werden. — Für Temperaturen bis 800° ist eisenhaltiges Chromnickel zu empfehlen (15 bis 20 % Chrom, 30 bis 20 % Nickel, Rest Eisen). Darüber hinaus bis 950° muß der Gehalt an Eisen geringer sein (15 bis 20 % Chrom, 10 bis 20 % Eisen, Rest Nickel). Von 950° bis 1100° ist eisenfreie Legierung zu verwenden (20 % Chrom, 80 % Nickel). Im Bereich von 1100° bis 1250° sind Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen geeignet (20 bis 30 % Chrom, 6 bis 4 % Aluminium und Silizium, Rest Eisen). Darüber hinaus bis 1450° benutzt man keramische Heizkörper aus Siliziumkarbid. Die Lebensdauer der Heizkörper ist von der Betriebsweise und den Betriebsbedingungen stark abhängig. So kann die bei sachgemäßem Betrieb 20 000 und mehr Betriebsstunden betragende Lebensdauer der Chromnickel-Heizelemente durch kohle- und schwefelhaltige Ofenatmosphäre ganz wesentlich abgekürzt werden. Sie wird außerdem um so kürzer, je häufiger und größer die Wechsel zwischen Warm und Kalt werden. Bei häufiger Beschickung mit kaltem Gut kann sie bis auf 4000 Betriebsstunden sinken. Bei Dauerbetrieb und richtiger Betriebsweise lassen sich aber gut 50 000 Betriebsstunden erreichen. Die Bemessung der Heizdrähte ist besonders wichtig, da die Abnutzung durch Oxydation erfolgt und ein dünner Heizleiter infolge der im Verhältnis zum Querschnitt großen Oberfläche kürzere Lebensdauer hat als ein Heizkörper mit größerem Querschnitt. Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen müssen infolge der Eigenart dieses Baustoffs eine besondere Anwendung erfahren. Die geringere Festigkeit bei der üblichen Betriebstemperatur erfordert Wendel mit geringerem Durchmesser (2,5- bis 3,5facher Drahtdurchmesser) und eine Sonderaufhängung. Diese Legierung eignet sich ausgesprochen nur für hohe Temperaturen (1100 bis 1250°), da sie in kaltem Zustande brüchig wird. Die Siliziumkarbid-Heizkörper eignen sich besonders für ganz hohe Temperaturen, sind aber leicht zerbrechlich und verändern ihren Widerstand im Laufe der Zeit z. T. durch Alterung sehr stark. [W. Rohn, Elektrowärme 6 (1936) S. 17.] *Wi.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 523 **Elektrischer Durchschlag zu Flüssigkeitsoberflächen im homogenen Feld.** — L. Tonks bemerkte, daß in gasförmigen Dielektriken zwischen einer metallischen Elektrode und einer Quecksilberfläche dicht oberhalb des Gefrierpunkts des Quecksilbers Funken bei einer wesentlich geringeren Spannung einsetzten als unterhalb des Gefrierpunktes. Er nimmt an, daß kleine Störungen in der in der Mitte praktisch ebenen Flüssigkeitsoberfläche des Quecksilbers sich unter dem Einfluß der mechanischen Kräfte, die von dem Felde herrühren, verstärken können und dort zu so kleinen Krümmungshalbmessern, also Spitzenwirkung, führen, daß der Durchschlag möglich ist. Eine angenäherte Theorie führt zu der Folgerung, daß bei einer Feldstärke von $2\pi^{1/2}(\varrho g T)^{1/4}$ eine kleine Störung durch das Feld von selbst vergrößert wird, wenn ϱ die Dichte und T die Oberflächenspannung ist. Für Quecksilber ist diese Feldstärke 53 kV/cm. Eine Erhöhung von $4 \cdot 10^{-5}$ cm Höhe und $9 \cdot 10^{-4}$ cm Dmr. würde nach der Theorie in einem Felde von 10^6 V/cm in $5 \cdot 10^{-6}$ s zum Durchschlag führen. Quantitative Versuche zur Prüfung der Theorie fehlen allerdings. Die qualitativen Versuche, von denen die Theorie ausgeht, bedürfen wohl noch einer sorgfältigen Nachprüfung. [L. Tonks, Physic. Rev. 48 (1935) S. 562.] *Br.*

Verschiedenes.

621. 3 (083. 133) (485) **Neue schwedische Normen.** — Die schwedische Normungsarbeit hat im Jahre 1934 neue Vorschriften für Transformatoröle (SEN 14) für Bahnmotoren (SEN 15) und für Isoliermassen für Kabelmuffen (SEN 17) abgesetzt.

Die Öle (SEN 14) werden je nach der Kältebeständigkeit in zwei Klassen, wovon A bis zu — 30° C und B bis zu — 5° C flüssig, eingeteilt. Im übrigen sind die Gütebestimmungen folgende:

1. Reinheit. Transformatoröle sollen aus gut raffinierten ungemischten Mineralölen, frei von aufgeschlammten festen Bestandteilen, und praktisch frei von Wasser sein.
2. Das spez. Gewicht soll bei 25° C für Öle der Klasse A zwischen 0,85 und 0,90 bzw. der Klasse B zwischen 0,85 und 0,92 liegen.
3. Die Viskosität wird normal als kinematische Viskosität V_k angegeben und darf bei 0° C höchstens 300 bei der Klasse A und höchstens 600 bei der Klasse B betragen. Bei 20° C darf der Wert für beide Klassen höchstens 60 sein.
4. Der Flammpunkt im geschlossenen Tiegel bestimmt darf 140° nicht unterschreiten.
5. Die Kältebeständigkeit bezieht sich auf die obige Einteilung.
6. Säuregehalt. Mineralsäuren dürfen nicht vorhanden sein. Der Anteil freier organischer Säuren darf höchstens 0,05 % als Ölsäure (entsprechend 0,007 % als SO_3) betragen.
7. Oxydationsbeständigkeit. Nach Oxydation mit Sauerstoff während 100 Stunden bei einer Temperatur von 100° C in Gegenwart eines elektrischen Feldes und mit Katalysewirkung von Kupfer und Eisen nach dem Verfahren Andersson sollen Transformatoröle folgende Bestimmungen erfüllen: a) die Schlammzahl darf 0,08 % nicht übersteigen, b) die Menge freier Säuren des filtrierten Öles darf nicht 0,4 % als Ölsäure gerechnet übersteigen.

8. Elektrische Festigkeit. Bei Durchschlagversuchen nach § 7 Punkt 8 soll die Durchschlagspannung bei einem Elektrodenabstand von 5 mm mindestens 50 kV als Mittelwert von 5 Versuchen, davon kein Wert geringer als 40 kV, betragen.

Die Öle sollen in rostfreien Behältern aus Eisen oder anderem Metall mit luftdichtem Verschluß versandt werden. Über Entnahme von Ölproben und Ausführung der verschiedenen Güteproben enthalten die Normen ausführliche Anweisungen.

Die schwedischen Normen für Bahnmotoren (SEN 15) schließen sich im großen und ganzen den internationalen Normen (IEC) für Bahnmotoren in der Abfassung vom Oktober 1933 an. Die Versuche bezüglich Prüfung der Kommutierung sind vereinfacht worden. Die Dauer der Durchgangsprobe wurde auf 3 min festgelegt. Bezüglich Verluste, Wirkungsgrad gelten sinngemäß die Bestimmungen der schwedischen Maschinennormen (SEN 1929). Über die Einzelheiten der Bestimmung der Temperaturerhöhung, Überlastbarkeit (Kommutierungs- und Anfahrversuche) muß auf den Aufsatz verwiesen werden[1]).

Die Normen für Isoliermassen (SEN 17) gelten für Kabelgarnituren für papierisoliertes Bleikabel in Starkstromanlagen. Nach einer Einteilung in weichen Massen mit Weichpunkt von 40 bis 55 ° C bzw. harten mit Weichpunkt 70 bis 90 ° C werden die Qualitätsbedingungen wie folgt angegeben:

1. Blasenbildung darf nach Erhitzen auf 200 ° C und darauf folgendem Abkühlen auf Raumtemperatur nicht entstehen.
2. Gießfähigkeit soll bei 180 ° C leicht möglich sein. Die Masse soll Metall gut anheften lassen.
3. Steinkohlen- oder Holzteerpech dürfen nicht enthalten sein.
4. Kohle und Mineralstoffe dürfen höchstens zu 5 Gewichtsprozenten vorhanden sein.
5. Der Weichpunkt soll innerhalb den obengenannten Grenzen liegen.
6. Elektrische Festigkeit. Die Masse soll bei einer Stärke von 3 mm an Temperatur von 70 ° C eine Prüfspannung während 30 min von 10 kV für Klasse I und 13 kV für Klasse II aushalten.
7. Die Kältebeständigkeit wird mit Rücksicht auf die Rißbildung bei niedriger Temperatur bestimmt. Nach Abkühlung auf — 20 ° C für Klasse I und — 10 ° C für Klasse II soll die Masse bei einer Stärke von 3 mm eine Prüfspannung von 15 kV während 5 min bei einer Temperatur von höchstens 25 ° C für beide Klassen vertragen.

Zur Feststellung dieser Eigenschaften werden in den Normen die Prüfverfahren angegeben. *Hldn.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 53 : 621. 791 **Aluminium-Lötverfahren.** — Man hat zwei grundverschiedene Lötverfahren zu unterscheiden, und zwar a) das Weichlötverfahren, b) das Hartlötverfahren. Die Aluminiumweichlote sind aufgebaut auf Zinn-Zink-Basis mit keinem oder nur geringem Zusatz — in Ausnahmefällen bis höchstens 20 % — an Aluminium; geringe Mengen von Blei, Kadmium oder Wismut werden vielfach der Weichlotlegierung zugesetzt. Diese Lote besitzen je nach ihrer Zusammensetzung Verarbeitungstemperaturen, die zwischen 160 ° und 450 ° liegen. Das Verbindungsmaterial (Verbindungs-, Abzweig- und Kreuzabzweig-Löthülsen usw.) muß mit Stufenbohrungen versehen sein. Die Abstufung ist erforderlich, damit eine einwandfreie lagenweise Verlötung der einzelnen Lagen der Aluminiumkabellitze stattfinden kann. Nach sorgfältiger Reinigung muß die Oxydschicht jedes Drahtes mittels einer feinen Drahtbürste beseitigt und jeder Draht mit dem Aluminiumweichlot vormetallisiert werden, indem das Weichlot bei Verarbeitungstemperatur unter Anwendung von Druck fest verrieben wird. Nach der Vormetallisierung werden die Drähte wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgebogen und mit den zugehörigen Verbindungsteilen die ebenfalls vormetallisiert sein müssen, verlötet (Abb. 3). Als Wärmequelle können die Lötlampe, ein Lötgebläse oder auch ein Schweißbrenner benutzt werden. Einen Schutz der Lötstellen gegen chemische Zersetzung kann man durch Isolierlack-, Zellonlack- oder Ölfarbenanstrich erzielen. Versuche haben gezeigt, daß bei richtiger Bemessung der Löthülsen die Lötung auch bei voller Strombelastung einwandfrei bleibt. Selbst Lötungen mit reinem Zink lassen sich auf diese Weise betriebssicher herstellen. [Aus einem Vortrag von F. Brinkmann, gehalten am 22. 11. 1935 vor dem Gau Braunschweig.] *Sb.*

Abb. 3. Aluminium-Weichlötverfahren.

[1]) Zu beziehen durch Svenska Teknologföreningen, Stockholm 16.

621. 315. 687. 4 : 621. 315. 53 **Aluminiumkabelschuhe und -abzweigungen.** — Die verschiedenen Arten von Kabelschuhen, wie sie beim Bau von Schaltanlagen mit Aluminiumschienen verwendet werden, sind in Abb. 4 zusammengestellt. Der linke Kabelschuh ist für Schweißung in senkrechter Lage geeignet, der nächstfolgende für Schweißung in horizontaler Lage (V-Schweißung). Beide Ausführungen sind aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt. Die nächste Ausführung stellt einen Übergangskabelschuh aus Messing mit Aluminiumanschweißende dar, an welches das Aluminiumkabel angeschweißt wird. Die vierte Darstellung zeigt den Anschluß eines Kupferkabels an eine Aluminiumschiene mittels eines Messingkabelschuhes. Zur Vermeidung von Korrosionserscheinungen ist ein Elektro-Cupalblech unter den Kabelschuh gelegt.

Abb. 4. Kabelschuhe.

Abzweigungen können in der Kabeltechnik an geschnittenen oder ungeschnittenen Kabeln vorgenommen werden. Bei geschnittenen Aluminiumkabeln kann der Abzweig sowohl nach dem Schweißverfahren als auch nach dem Lötverfahren hergestellt werden.

Abzweigungen von ungeschnittenen Kabeln kommen in Niederspannungs-Verteilungsnetzen sehr häufig vor, da die Herstellung von Hausanschlüssen normalerweise ohne Schneiden der Speisekabel erfolgt.

Bei ungeschnitten durchgehendem Kabel hat man zu unterscheiden, ob das durchgehende Kabel aus Kupfer oder aus Aluminium besteht. Bei durchgehenden Kupferleitern und abzweigenden Aluminiumleitern werden entweder Tatzen-Abzweigklemmen benutzt, bei denen das Aluminiumkabel an die untere Tatze der Klemme, die ein Aluminiumanschweißende hat, angeschweißt wird, oder es werden normale Tatzen-Abzweigklemmen mit Lötkabelschuhen verwendet, in die das Aluminiumkabel eingelötet wird. Bei durchgehenden Aluminiumleitern und abzweigenden Kupfer- oder Aluminiumleitern werden Tatzen-Abzweigklemmen mit vergrößerter Kontaktfläche und verstärktem Kontaktdruck benutzt. Ein abzweigendes Kupferkabel wird mittels eines aufgelöteten Kabelschuhes, ein abzweigendes Aluminiumkabel an das Aluminiumanschweißende der Tatze oder durch Lötkabelschuh angeschlossen. Diese Tatzen-Abzweigklemmen dürfen jedoch nur mit dem Strom belastet werden, den die äußere Lage

des durchgehenden Aluminiumleiters führen kann. Nach Herstellung der Verbindung muß diese erhitzt und nach dem Abkühlen nachgezogen werden, damit der Übergangswiderstand bei den späteren Belastungszyklen nicht steigt und keine Übererwärmung eintritt. Derartige Abzweigungen (Hausanschlüsse) können ungefähr alle 10 m gemacht werden, da auf dieser Länge ein Stromausgleich zwischen äußerer und innerer Lage des Aluminiumleiters eintritt. Diese Hausanschlüsse können unter Spannung und Strom hergestellt werden.

Da das Schweißverfahren für die Herstellung von Aluminium**verbindungen** sehr geeignet ist, so wurde auch ein Schweißverfahren entwickelt, das die Herstellung von Abzweigen unter Spannung und Strom gestattet (Abb. 5). Der durchgehende Leiter wird zunächst in normaler Weise von seiner Isolation befreit; sodann werden zwei Deckelklemmen, die durch eine Strombrücke miteinander verbunden sind, dicht neben die Isolationsenden gesetzt; hiernach wird eine Vorrichtung untergeklemmt, die es gestattet, das Kabel mit einem Sonderwerkzeug im „V"-Schnitt zu trennen. Nach Trennung des Kabels wird die Vorrichtung durch eine Schweißmulde ersetzt; die Litzenenden werden zunächst mit einer Schweißkuppe versehen, und dann wird, wie beim V-Stoß, die Schweißung vollzogen. Nach Abkühlung wird die Strombrücke abgenommen und die Abzweigstelle entsprechend isoliert. Die Trennung des durchgehenden Kabelleiters ist erforderlich,

Abb. 5. Herstellung eines Aluminiumabzweiges unter Spannung und Strom.

damit sämtliche Drähte auch zur Stromleitung für den Abzweig dienen und nicht, wie beim Abzweig durch eine Tatzenklemme, nur die äußere Lage des Kabelleiters für die Stromleitung zur Verfügung steht. Ein Verschweißen der einzelnen Drähte ohne Trennung des durchgehenden Leiters und Verschweißen der Kuppen erfordert eine so große Wärmemenge, daß die Isolation leicht Schaden leidet. Dies wird bei dem vorstehenden Verfahren vermieden, das unter Spannung und Strom durchgeführt werden kann. [Aus einem Vortrag von F. Brinkmann, gehalten am 22. 11. 1935 vor dem Gau Braunschweig.] *Sb.*

621. 315. 687. 3 : 621. 315. 53 **Endverschlüsse für Aluminiumleiter.** — Grundsätzlich können sämtliche bei Kupferkabeln gebräuchliche Endverschlußarten auch bei Aluminiumkabeln eingebaut werden. Die Ausbildung der Kopfarmatur der Endverschlüsse für Aluminiumkabel hängt von dem Verwendungszweck ab. Bei vorhandenen Schaltanlagen oder Freileitungen aus Kupfer oder einer Kupferlegierung wird man die Kopfarmatur der Endverschlüsse für Aluminiumkabel in der bisherigen Weise ausführen und die Aluminiumleiter entweder in einen entsprechenden Endverschlußbolzen mit Stufenbohrung einlöten, oder an einen Übergangs-Endverschlußbolzen aus Messing, der ein Aluminiumanschweißende hat, anschweißen. Falls die Schaltanlagen oder Freileitungen aus Aluminium bestehen, wird auch die Kopfarmatur der Endverschlüsse in Aluminium ausgeführt und das Aluminiumkabel an die Aluminiumbolzen entweder angelötet oder angeschweißt.

Die Abb. 6 gibt die Ausführung der Kopfarmaturen von Einleiter-Endverschlüssen wieder, wenn ein Übergang von Aluminiumkabel auf Kupferfreileitung oder

Freileitung
Cu
Cu
Al
Al-Kabel
Cu-Kabel
Al-Kabel

Abb. 6. Kopfarmaturen von Einleiter-Endverschlüssen.

von Kupferkabel auf Aluminiumfreileitung erforderlich ist. Bei dem linken Endverschluß besteht die Kopfarmatur aus Kupfer, das Aluminiumkabel ist an einen Übergangsbolzen mit Aluminiumanschweißende angeschweißt; die Kupferfreileitung ist über eine normale Klemme mit dem Bolzen verbunden; der Übergang liegt also im Endverschluß und ist gegen Korrosion geschützt. Bei dem mittleren Endverschluß besteht die Kopfarmatur aus Aluminium, das Aluminiumkabel ist an den Aluminiumbolzen angeschweißt; die Kupferfreileitung ist über eine Übergangsklemme mit dem Bolzen verbunden; der Übergang liegt im Freien und muß daher gegen Korrosion besonders geschützt sein. Bei dem rechten Endverschluß besteht die Kopfarmatur aus Kupfer; das Kupferkabel ist in den Bolzen eingelötet; die Aluminiumfreileitung ist über eine Übergangsklemme mit dem Bolzen verbunden. Der Übergang liegt im Freien und muß daher gegen Korrosion besonders geschützt sein. Die Abb. 7 stellt einen kittlosen Einleiter-Endverschluß für ein 30 kV-Kabel für Freiluft in der Ausführung mit Stopfbuchsverschraubung dar. Kopfarmaturen aus Aluminium, bei denen die Dichtung durch Lötung erfolgt, sind infolge der mangelnden Korrosionsbeständigkeit nicht geeignet. [Aus einem Vortrag von F. Brinkmann, gehalten am 22. 11. 1935 vor dem Gau Braunschweig.] *Sb.*

Abb. 7. Kittloser Freiluft-Endverschluß für Aluminiumkabel. Nennspannung 30 kV.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Installation von Leuchtröhren für Reklameanlagen.

Von Dipl.-Ing. B. Schmidt, Berlin.

621. 327. 43 : 659. 1

Übersicht. Der Aufbau von Lichtreklameanlagen, die mit Leuchtröhren (Glimmentladungsröhren) betrieben werden, wird behandelt. Dabei wird auf die einzelnen Bestandteile wie Leitungen, Transformator und Leuchtschilder hinsichtlich der an sie gestellten Anforderungen näher eingegangen[1]).

Planung.

Bei der Planung von Reklamebeleuchtungen muß sich der Architekt bzw. der ausführende Installateur zunächst über die zweckmäßigste Form der gewünschten Beleuchtungsanlage klar sein. Er hat seinen Kunden dahingehend zu beraten, in welcher Art und in welchem Umfang er die Beleuchtungsanlage empfehlen kann. Der Zweck jedes Reklameschildes besteht bekanntlich darin, einen Geschäftsbetrieb in der wirksamsten Form nach außen hin kenntlich zu machen. Im allgemeinen muß daher der Installateur neben seinem Beruf als Elektrotechniker auch bewandert sein in reklame- und beleuchtungstechnischen Fragen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß für Lichtreklameschilder die Leuchtröhrenanlagen anderen Beleuchtungseinrichtungen, wie Transparenten und Anstrahlern, in den meisten Fällen überlegen sind. Während bei den letzteren nur das An- und Beleuchten von Flächen möglich ist, lassen sich mit den Leuchtröhren Bilder und Schriftzüge darstellen, die reklametechnisch weitaus höher zu bewerten sind. Es wird interessieren, daß z. B. in Berlin in den letzten Jahren von allen neuen Reklamebeleuchtungen etwa 85 % auf Leuchtröhrenanlagen entfallen und nur 15 % auf Transparente und Anstrahler. Diese Entwicklung ging vor sich, trotzdem eine normale Leuchtröhrenanlage mittlerer Größe dreimal so viel kostet als ein ähnliches Glühlampenschild. Zu berücksichtigen ist allerdings hierbei, daß den höheren Anschaffungskosten weitaus geringere Betriebskosten — etwa der fünfte Teil — gegenüberstehen. Vergleicht man also den Betrieb einer Glühlampen- mit einer Leuchtröhrenanlage, so sind Anschaffungs- und Betriebskosten in Rechnung zu stellen. Man kommt zu dem Ergebnis, daß bei entsprechender Lebensdauer Leuchtröhrenanlagen neben den sonstigen Vorzügen auch noch den Vorzug besitzen, wirtschaftlicher zu sein. Die Lebensdauer hängt wieder ab von der Güte des ausgewählten Materials und von der Sorgfalt der Installation. Da die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen ein verhältnismäßig junges Arbeitsgebiet im Installateurgewerbe ist, sind die Erfahrungen und die Erkenntnisse, die beim Bau dieser Anlagen gemacht wurden, in den Kreisen der sie betreffenden Techniker durchaus noch nicht Allgemeingut geworden. Die Entwicklung auf diesem Gebiet ging sehr rasch vor sich. Manches, was vor wenigen Jahren noch für gut befunden wurde, ist heute längst über Bord geworfen.

Ungleich wichtiger als der Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit ist derjenige der Sicherheit hinsichtlich Schutz gegen zufällige Berührung, Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung, Wärmebeständigkeit der Transformatoren usw. Entspricht die Ausführung in dieser Beziehung allen Anforderungen, so ist auch damit eine Gewähr für einen langen und damit wirtschaftlichen Betrieb gegeben.

Einzelteile.

Auf die physikalischen Grundlagen der Entladungsröhren einzugehen, ist hier nicht beabsichtigt; nur zwei Wesenszüge dieser Beleuchtungskörper sollen hervorgehoben werden, die für die Installation der ganzen Anlage bestimmend sind:

1. Leuchtröhren werden für die praktische Verwendung zu Werbezwecken mit hohen Spannungen betrieben, bis 6000 V.
2. Leuchtröhren besitzen eine fallende Stromspannungskennlinie, auf die bei der Auslegung des Hochspannungsstromkreises Rücksicht zu nehmen ist.

Abb. 1. Schaltbild einer Leuchtröhrenanlage.

Im Aufbau einer normalen Leuchtröhrenanlage ist zu unterscheiden (Abb. 1):

a) Installation der Niederspannungsleitungen mit Anschluß an die Netzspannung, Einbau der Schalter, Sicherungen und Schaltuhren, Aufstellung des Transformators,

b) Installation der Hochspannungsleitungen mit Montage der Reliefkörper und Schutzleitung.

Bemessung der Leistung.

Nach Länge, Durchmesser, Gasdruck und Gaszusammensetzung der Leuchtröhren richten sich die Spannung und die Stromstärke, d. h. die Leistung, die für die Anlage bereitzustellen ist. Da laut Vorschriften des VDE (0128/1936) die höchste Spannung am Rohr 6000 V nicht überschreiten darf, ist die Rohrlänge damit begrenzt. Nur um einen Maßstab für die erforderliche Leistung anzugeben, sei erwähnt, daß z. B. für den Betrieb von 10 m Leuchtröhren (Neon bei 6000 V Phasenspannung, 22 mm Dmr.) etwa mit 300 bis 350 W zu rechnen ist. Da in den meisten Fällen größere Rohrlängen erwünscht sind, so muß für jeden Rohrabschnitt von etwa 10 bis 12 m ein Transformator aufgestellt werden. Die bei der Planung festgelegte Rohrlänge bestimmt daher die Anzahl der Hochspannungsstromkreise. Auf der Niederspannungsseite genügt bei einem Querschnitt von 1,5 mm² Cu bis zu der bekannten Leistung von 1320 W (6 A-Sicherungen, 220 V Netzanschluß) ein Stromkreis. Handelt es sich um Anlagen mit einem oder mehreren größeren Transformatoren mit einer höheren Leistung als 1320 W — was heute nur noch selten vorkommt —, so braucht niederspannungsseitig auch nur ein Stromkreis, aber mit größerem Leitungsquerschnitt und damit mit höherer Sicherung, vorgesehen zu werden.

---

[1]) Auszug aus einem am 17. 2. 1936 vor den VDE-Jungingenieuren gehaltenen Vortrag.

Niederspannungsstromkreis.

Die Verlegung der Niederspannungsleitung entspricht den normalen Ausführungen, wie sie für alle elektrischen Anlagen mit einer Betriebsspannung von 220 V vorgenommen werden. Wichtig ist, daß der Schalter am Abzweig allpolig wirkt und eine erkennbare Schaltstellung besitzt. Damit soll eine Gewähr dafür gegeben sein, daß die gesamte Anlage sofort und sicher geschaltet werden kann. Manchmal werden neben den Schaltern auch Schaltuhren vorgesehen, die ein selbsttätiges Ein- und Ausschalten der Beleuchtungsanlagen bewirken. Diese Uhren werden betrieben entweder mechanisch mit Federantrieb oder elektrisch mit Synchronmotor. Schalter in Verbindung mit Lichtrelais haben in der Praxis weniger Eingang gefunden, weil eine Betriebsdauer für die ganze Nacht hindurch im allgemeinen nicht erwünscht ist.

In Gleichstromgebieten ist hinter dem Abzweig für die Leuchtröhrenanlage ein Umformer vorzusehen, der meistens als Einankerumformer gewählt wird. Für die Größe dieses Umformers ist neben dem Stromverbrauch auch die zu erwartende Phasenverschiebung bestimmend. Um ferner äußeren Störungen, wie Verschleißen der Bürsten, Verschmierung des Stromwenders und Bildung von Funken (Rundfunkstörungen!), aus dem Wege zu gehen, ist die Leistung des Umformers im allgemeinen um etwa 50 % höher als die der Leuchtröhren zu bemessen. Bei einer gleichstromseitigen Speisung von 220 V erzeugt der Einankerumformer auf der Wechselstromseite nur 150 V, weshalb die Transformatoren in diesen Fällen nur für 150 V ausgelegt sein dürfen. Eine Umschaltbarkeit der Transformatoren von 220 V auf 150 V ist nicht statthaft, da sonst die Möglichkeit besteht, daß die obere Grenze der nach den Verbandsvorschriften bestimmten Spannung von 6000 V überschritten wird.

Bis vor wenigen Jahren wurde noch die Forderung aufgestellt, den Niederspannungsstromkreis zu schützen gegen Übertritt von Hochspannung. Zu dem Zweck wurden Überspannungsschutzpatronen zwischen der Niederspannungswicklung des Transformators und Erde eingebaut, die bei etwa 500 V ansprachen. Diese Schutzmaßnahme trifft man heute noch in großen Verbraucheranlagen bei nichtgeerdeten Transformatoren an. Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei Leuchtröhrenanlagen die Möglichkeit eines Auftretens von Hochspannung in der Niederspannungswicklung bei einwandfreier Installation nicht so groß ist, als daß ihr mit einem besonderen Schutz vorgebeugt werden müßte.

Hochspannungsstromkreis.

Eine größere Bedeutung als der Niederspannungsseite ist bei den Leuchtröhrenanlagen der Verlegungsart auf der Hochspannungsseite beizumessen, weil hier aus mehreren Gründen die Gefahr hinsichtlich Störungen und Auftreten gefährlicher Berührungsspannung am größten ist. An diesem Teil der Anlage erkennt man, ob der ausführende Installateur sich der Verantwortung gegenüber dem Ansehen seines Handwerks voll bewußt ist. Es bedarf dieses Hinweises immer wieder, weil die Erfahrung bewiesen hat, daß hier oftmals sehr grobe Verstöße gemacht wurden. Bei der Auswahl der Leitungen, ihrer Verlegung, Durchführung und Einführung in die Metallkästen (Reliefkörper), beim Anschluß an die Schutzerde usw. bedarf es geschulter Kräfte. Im nachfolgenden soll kurz auf wichtige Einzelheiten hingewiesen werden.

Der bekannte Grundsatz: „Der Hochspannungsstromkreis soll möglichst kurz sein, d. h. die Transformatoren sollen an die Leuchtröhren so nahe herangebracht werden, wie es die örtlichen Verhältnisse nur irgend gestatten", entspricht der Billigkeit und der Betriebssicherheit. Man darf jedoch nicht so weit gehen und die Schutzkästen für einen oder mehrere Transformatoren neben dem Leuchtschild in luftiger Höhe anbringen. Nicht nur das Aussehen der gesamten Anlage leidet darunter, sondern auch die notwendige Zugänglichkeit der Transformatoren ist dann nicht mehr vorhanden. Zugänglich müssen die Transformatoren sein zur Überwachung und zum Einregeln der Stromstärke während des Betriebes. Schließlich muß auch bei Störungen eine sofortige Demontage der Transformatoren möglich sein.

Hochspannungsleitung.

Die Anforderungen an Hochspannungsleitungen für Leuchtröhrenanlagen sind:

1. Gute Verlegbarkeit: Biegen und Strecken ohne Werkzeuge;
2. Elektrische und mechanische Festigkeit: Prüfspannung 12 kV; metallische Umhüllung der Gummileitung;
3. Erdungsmöglichkeit: Erdungsverbindung mit dem metallischen Schutzmantel-Beidraht.

Die Vorschriften des VDE gestatten für diese Leitungen noch die Verwendung von Metallrohren, z. B. NSGA-Leitungen in Stahlpanzerrohr. Der Betrieb mit Stahlpanzerrohr kann aber — wie jeder Fachmann weiß — keineswegs als eine sehr sichere Verlegungsart angesehen werden. Allein die Tatsache, daß die Metallrohre aus einzelnen Stücken zusammengesetzt werden, die zum Zwecke der Erdung untereinander eine einwandfreie metallische Verbindung haben müssen, lassen sie gegenüber den kabelähnlichen Leitungen zurücktreten. Kabelähnliche Leitungen kommen der Erfüllung der oben aufgestellten Forderungen am nächsten. Mehrere Gummilagen (Abb. 2), gerillter Metallmantel, Einlage eines Beidrahtes, der zugleich als Haupterdungsleitung für die metallischen Reliefkörper dient, gibt den kabelähnlichen Leitungen den Vorzug und gewährleistet eine betriebssichere und gute Verlegung. Wichtig ist, daß die Leitungen nicht nur elektrisch und mechanisch den Beanspruchungen genügen müssen, sondern daß auch die Gummihülle ozonbeständig ist (Abb. 3). Feine Haarrisse im Gummi einer nicht ozonbeständigen Leitung zeigen die zerstörende Wirkung der ozonhaltigen Umgebung von Hochspannungsleitungen, die besonders an Stellen geringen Luftaustausches auftritt.

Beidraht — feindrähtiger Kupferleiter — 1. Gummihülle — Umspinnung — Baumwollumspinnung — gerillter Metallmantel — 2. Gummihülle — wetterfeste Umhüllung

Abb. 2. Aufbau der kabelähnlichen Leitung.

Ein einfaches Verfahren zur Prüfung von Gummihüllen auf Ozonbeständigkeit sei kurz angegeben: Gummiisolierte Leitung wird in wenigen Windungen um einen Dorn gewickelt und in einen metallischen Becher, der mit kleinen Stahlkugeln gefüllt ist, untergebracht. Zwischen dem Becher und dem feindrähtigen Kupferleiter wird eine Spannung von 18 kV gelegt. Die kleinen Lufträume zwischen den Kugeln fördern die Ozonbildung. Ist die Gummizusammensetzung nicht ozonfest, so treten an der Hülle schon nach wenigen Minuten Risse auf, die zum Überschlag führen.

Bei Durchführungen durch Mauern sind kabelähnliche Leitungen gegen mechanische Beschädigungen mittels Metallrohre, die aber nicht geerdet werden müssen, zu schützen. Die Verlegung kabelähnlicher Leitungen unter Putz ist im allgemeinen nicht gestattet. Die Unterbringung der Leitung von Buchstabe zu Buchstabe gestaltet sich daher oftmals schwierig, weil es nicht erwünscht ist, daß die Leitung an diesen Stellen von außen sichtbar ist. Entweder werden die Leitungen in kurzen Bögen für jeden

Buchstaben durch die Mauer oder Deckplatte geführt oder — wie es heute vielfach gemacht wird — unterhalb eines Querbalkens z. B. als Unterstrich, der ebenfalls ein Rohrsystem besitzen kann, entlanggeführt. Mitunter läßt sich aber eine Unterputzverlegung an diesen Stellen mit Hilfe von Schutzrohren nicht umgehen. Greift man zu diesem Mittel, so darf es sich nur um kurze Strecken handeln.

Abb. 3. Normale und ozonbeständige Sondergummiaderleitungen nach Prüfung mit 18 kV Wechselspannung.

Hinter Stein- oder Kunstmarmorplatten, wie man sie häufig an den Geschäften antrifft, kann man auch kabelähnliche Leitungen (allerdings geschützt) verlegen. In diesem Fall müssen die Zugänge zu den einzelnen Elektroden durch Bohrlöcher hergestellt werden.

In den letzten Jahren ist die Art der Verlegung verbessert worden. Die Leitungsführung ist jetzt einfacher und übersichtlicher. Gefährdete Stellen für die kabelähnlichen Leitungen waren früher die Befestigungsschellen aus Eisen. Heute sind Isolierstoffschellen in mannigfacher Form und Zusammenstellung auf dem Markt, die eine sichere Montage ermöglichen und der Leitungsführung ein besseres Aussehen verleihen.

Schwingungsvorgänge im Hochspannungsstromkreis.

Oft zeigen sich Flackern des Röhrenlichtes und sogar Leitungsdurchschläge, wobei aber weder das Material noch die Installation Veranlassung geben. Versuche im Laboratorium bestätigten die Vermutung, daß es sich hier um Spannungsresonanzen handelte, die hauptsächlich bei langen metallbewehrten Hochspannungsleitungen auftreten können. Kapazitäten in Form des metallischen Schutzmantels der Leitungen und Induktivitäten in Gestalt der Transformatoren und Drosselspulen bilden bei entsprechender Eigenschwingungszahl die Ursache für Resonanzerscheinungen mit störender Auswirkung auf den Betrieb. Meistens genügt die Erhöhung der Induktivität durch nachträglichen Einbau von Drosselspulen oder Verkleinerung der Kapazität durch Verkürzung der Hochspannungsleitungen, um hier Abhilfe zu schaffen. Um derartige störende Einflüsse ganz zu beseitigen und gleichzeitig eine einfache Leitungsverlegung zu erzielen, wurden Versuche in der Richtung gemacht, die Kapazitäten im Hochspannungsstromkreis vollständig zu vermeiden. Blanke Leitungen wurden nur in Isolierrohre, die mit Isolierschellen befestigt waren, verlegt. Mehrere solcher Anlagen sind versuchsweise in Berlin errichtet worden; grundsätzliche Nachteile haben sich bei dieser Verlegungsart nicht bemerkbar gemacht. So einfach und naheliegend diese Art der Installation erscheinen mag, so groß waren auch die Schwierigkeiten, die es bei der technischen Durchführung zu überwinden gab und die hier in Stichworten nachstehend aufgeführt werden: mechanische und elektrische Festigkeit der Isolierrohre, Wetterbeständigkeit, Herstellung passender Verbindungsstücke, Einführungsmuffen usw. Es wäre wünschenswert, wenn die Entwicklung in dieser Richtung bis zur allgemeinen Verwendung der Isolierrohre weitere Fortschritte machen würde.

Leuchtröhrentransformatoren.

Zur Erzeugung der erforderlichen Zünd- und Betriebsspannung der Leuchtröhren sind Kleintransformatoren zu verwenden, an die zwei grundlegende Anforderungen gestellt werden:

1. Isolierfestigkeit, d. h. die Isolierung zwischen Eisen, Wicklungen und Windungen gegeneinander muß einer Prüfspannung von mindestens 12 kV genügen.
2. Kurzschlußfestigkeit, d. h. bei Kurzschlüssen auf der Hochspannungsseite (bei denen die Niederspannungssicherungen nicht ansprechen) darf die Temperatur in der Sekundärwicklung 120 ° nicht übersteigen.

   Bei nicht kurzschlußfesten Transformatoren bewirkt die erhöhte Temperatur in der Sekundärwicklung eine Zerstörung der Isolation, und der Transformator brennt aus. Störungen dieser Art waren früher nicht selten und haben oftmals zu erheblichem Sachschaden geführt. Soweit nichtkurzschlußfeste Transformatoren verwendet werden, müssen sie deshalb auf der Hochspannungsseite mit Überstromsicherungen ausgerüstet sein.

Der Beginn der Gasentladung — die Zündung — erfordert eine höhere Spannung als der eigentliche Betrieb. Nach der Zündung wird der Widerstand des Stromkreises, der sich mit wachsender Stromdichte verringert (fallende Charakteristik), wesentlich kleiner. Um beim Betrieb aus dem Lichtnetz ein zu hohes Anwachsen der Stromstärke zu vermeiden, muß ein entsprechender Widerstand die notwendige Betriebsspannung aufrechterhalten. Während früher in dem Hochspannungsstromkreis zu diesem Zweck hauptsächlich Drosselspulen eingebaut wurden, wird heute überwiegend der Widerstand in Verbindung mit den Transformatoren durch Verwendung von sog. Streufeldtransformatoren geschaffen. Ein magnetischer Nebenschluß — parallel zur Hochspannungswicklung — in Gestalt eines verstellbaren Eisenkerns bildet den erforderlichen Widerstand (Abb. 4). Mit diesem verstellbaren Eisenkern kann die Stromstärke bei Inbetriebsetzung der Anlage auf den gewünschten Wert eingestellt werden.

Abb. 4. Leuchtröhren-Transformator mit veränderlichem magnetischen Nebenschluß.

Neuerdings werden von einzelnen Firmen Doppelwicklungstransformatoren gebaut, die zwei Hochspannungswicklungen besitzen. Bei zweiphasigem Anschluß auf der Niederspannungsseite können zwei, bei jeweiliger Mittelpunktserdung sogar vier Hochspannungsstromkreise abgegriffen werden. Die Anordnung der hochspannungsseitigen Anschlußklemmen muß jedoch so sein, daß ein absichtliches Hintereinanderschalten der Wicklungen zum Zweck der Entnahme einer höheren Spannung als 6000 V zwischen zwei Phasen nicht möglich ist.

Gewöhnlich speist ein Transformator mit einer höchsten Spannung von 6000 V zwischen zwei Phasen mehrere hintereinanderliegende Rohrsysteme. Durch Verwendung von Transformatoren, die in die Reliefkörper eingebaut werden — Einbautransformatoren —, läßt sich der Hochspannungskreis verhältnismäßig kurz halten. Bei entsprechender Vergußmasse gelingt es, solche Einbautransformatoren sehr klein zu halten, so daß sie mühelos

in Buchstabenkörpern untergebracht werden können. Jedes Rohrsystem besitzt dann seinen eigenen Transformator; dies ist eine Installation, die den Vorzug hat,

1. daß die Buchstaben bzw. Reliefkörper fertig montiert angebracht und
2. leicht und gefahrlos ausgewechselt werden können.

Diese Anordnung empfiehlt sich hauptsächlich dann, wenn in kurzen Zeitabständen eine Auswechslung der Leuchtschilder erforderlich ist, wie z. B. bei Theatern, Kinos usw.

Montage der Reliefkörper.

Bei der Montage der Reliefkörper (Abb. 5) ist zu achten auf die Einführung der Leitungen, die Leitungsführung im Inneren der metallischen Kästen und auf den Anschluß der Leitungen an die Elektroden. Die Erfahrung hat gelehrt, daß etwa drei Viertel aller Kabelüberschläge bzw. Durchschläge in oder an Reliefkörpern auftreten. Für die Einführung der Leitung in die metallischen Reliefkörper gibt es jetzt Stopfbuchsen (Abb. 6), bei denen eine einwandfreie Abdichtung gewährleistet ist. Im allgemeinen ist bei der Installation zu berücksichtigen:

Abb. 5. Fertig montierter Reliefkörper.

Abb. 6. Anschlußfertig hergerichtetes Ende der Leitung LRUF 1,5, 6 kV montiert mit Neonstopfbuchse und Porzellantülle in der Blechwand des Buchstabenkastens oder Transformatorenschutzschrankes.

1. Die Abmantelung der Leitung darf erst im Inneren des Kastens beginnen, d. h. der gerillte Metallmantel der kabelähnlichen Leitung muß durch die Stopfbuchse hindurchgeführt werden.
2. Der Beidraht ist sowohl beim Eintritt als auch beim Austritt der Leitung metallisch mit dem Reliefkörper zu verbinden (Erdungsschraube).
3. Eine besondere Verbindung der Erdungsschrauben innerhalb der Reliefkörper ist nicht notwendig.
4. Die spannungführende Leitung zwischen Stopfbuchse und Elektrode kann blank sein, muß aber von der Außenwand einen Mindestabstand von 20 mm besitzen. Kann dieser Abstand nicht eingehalten werden, so ist die blanke Leitung auf Isolatoren abzustützen oder mit Isolierflanschen, sog. Abstandsflanschen, zu verkleiden.
5. Der Anschluß der Leitungen an die Elektrode wurde früher oft mit einer Gummischutzhülle versehen. Es hat sich herausgestellt, daß diese Gummihülle infolge der Ozonwirkung und Temperaturdifferenzen leicht der Zerstörung anheimfällt. Eine sorgfältige Abmantelung, Anstrich mit Hochspannungslack gegen Eindringen von Feuchtigkeit ist ausreichend.

Die Reliefkörper (Buchstabengehäuse) werden entweder direkt an der Mauerfront befestigt oder an einem Metallgerüst eingehängt. Den VDE-Vorschriften (0128/1936) ist zu entnehmen, daß alle nicht spannungführenden Metallteile einzeln zu erden sind, soweit sie nicht verschweißt oder vernietet sind. Da eine Hintereinanderschaltung der Erdung nicht statthaft ist, muß jeder einzelne Teil der Anlage (Buchstabenkörper, Einzelteile des Gerüstes usw.) parallel an eine Haupterdungsleitung angeschlossen werden. Ist diese Schutzleitung offen verlegt, so muß sie einen Querschnitt von mindestens 4 mm² Kupfer haben (nach den alten Vorschriften 16 mm²). Verlegt man die Erdungsleitung geschützt z. B. in Metallrohre oder als Rohrdraht, so genügt ein Mindestquerschnitt von 1,5 mm² Kupfer.

Im Hinblick auf die Erdungsmaßnahmen ergibt sich wieder ein Vorteil der kabelähnlichen Leitung. Es genügt nämlich bei kabelähnlichen Leitungen, wenn die Beidrähte einerseits im Transformatorkasten an die Erdungsklemme angeschlossen und anderseits mit allen Reliefkörpern fest verbunden sind. Eine besondere Erdungsleitung vom Leuchtschild bis zum Transformator, an die nach den obenerwähnten Vorschriften das Gerüst angeschlossen werden müßte, kommt dann nicht mehr in Betracht.

Der Transformatorschutzkasten und — im Falle einer Mittelpunktserdung der Transformatorwicklung — auch diese müssen gemeinsam mit der von den Reliefkörpern ankommenden Schutzleitung von einer Nullklemme aus geerdet sein. Wird diese Erdleitung geschützt verlegt, so ist sie durch einen schwarzweißen Anstrich kenntlich zu machen. Als Erde eignet sich am besten das Wasserleitungsrohrnetz. Erfolgt der Anschluß zwischen Wasseruhr und Verbraucher, so ist die Wasseruhr mit einer genügend starken Kupferleitung zu überbrücken.

Die Entwicklung der Leuchtröhren hat scheinbar mit der praktischen Verwendung und Verbreitung der Glimmentladungsröhren für Reklamezwecke vorläufig einen Abschluß gefunden. In Wirklichkeit zeigt die Entwicklung der letzten Jahre, daß es nunmehr auch gelungen ist, den Glühkathodenröhren — den sogenannten Hochleistungsröhren mit geheizten Elektroden — einen Platz in der praktischen Verwendung für Werbezwecke einzuräumen. Vereinzelt tauchen im Stadtbild bereits solche Anlagen auf, die infolge ihrer Helligkeit gegenüber den normalen Glimmentladungsröhren (Edelgasröhren und Moorlicht) in ihrer Wirkung wesentlich gewinnen.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Zusammenstellung wurde versucht, einzelne installationstechnische Grundsätze, die bei der Errichtung von Leuchtröhrenanlagen zu beachten sind, herauszustellen. Bei der Errichtung solcher Anlagen hat sich gezeigt, daß erst die Summe aller sorgfältig bearbeiteten Kleinigkeiten den Leuchtröhrenanlagen die notwendige Betriebssicherheit und die gewünschte Lebensdauer verleihen.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des VDE in München, Hauptstadt der Bewegung, vom 2. bis 5. Juli 1936.

Wir bitten, auf den Postscheckabschnitten nicht nur den Namen der Firma, sondern auch den Namen jedes einzelnen Teilnehmers, für den eine Einzahlung erfolgt, anzugeben.

Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte.

Entwurf.

VDE 0670/1937.

Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H.

(Schluß von S. 668.)

III. Bestimmungen.

A. Schaltgeräte.

§ 20.

Nennspannung, Reihenspannung, Nennstrom, Nennfrequenz.

a) Für Hochspannungsgeräte gelten als genormte Nennspannungen:

1, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100, 120, 150, 200 kV.

Hochspannungsgeräte sind so auszuwählen, daß die höchste Netzspannung am Verwendungsort die Nennspannung des Gerätes um nicht mehr als 15 % überschreitet.

b) Für Hochspannungsgeräte gelten als Reihenspannungen:

1, 3, 6[2]), 10, 20, 30, 45, 60, 80, 100, 120, 150, 200 kV.

1. Hochspannungsgeräte für Innenraumanlagen, die keiner nennenswerten Verschmutzung unterliegen und in denen der Taupunkt der Luft nicht unterschritten wird, sowie für Freiluftanlagen, die keiner nennenswerten Verschmutzung und keinen gut leitenden Feuchtigkeitsniederschlägen ausgesetzt sind, müssen so ausgewählt werden, daß die höchste Netzspannung am Verwendungsort die Reihenspannung der Geräte um nicht mehr als 15 % überschreitet[3]).
2. Hochspannungsgeräte für Innenraumanlagen, in die mäßige Staubmengen eindringen können und in denen der Taupunkt der Luft gelegentlich unterschritten wird, sowie für Freiluftanlagen, die mäßiger Verschmutzung und Niederschlägen mäßiger Leitfähigkeit ausgesetzt sind, müssen für die nächsthöhere Reihe ausgewählt werden, als sich nach 1. ergibt. In solchen Innenraumanlagen dürfen nur besonders feuchtigkeitssichere Isolatoren verwendet werden.
3. In Gegenden mit großer Verschmutzungsgefahr und gut leitenden Niederschlägen ist die Innenraumanlage der Freiluftanlage vorzuziehen.

   Bei Innenraumanlagen, die großer Verschmutzung oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind, empfiehlt sich die Verwendung gekapselter[4]) Geräte.

c) Für Hochspannungsgeräte gelten als genormte Nennstromstärken:

200, 400, 600, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 A.

Hochspannungsgeräte sind so auszuwählen, daß der höchste Betriebsstrom am Verwendungsort den Nennstrom des Gerätes nicht überschreitet.

Trennschalter und Leistungstrennschalter unter 200 A Nennstrom sind unzulässig.

[2]) nur für geschlossene und gekapselte Geräte.

[3]) Für Erweiterungen bestehender Anlagen mit 35 kV Betriebsspannung innerhalb vorhandener Räumlichkeiten dürfen ausnahmsweise bis zum 1. Januar 1938 Geräte der Reihenspannung 30 kV eingebaut werden.

[4]) Siehe DIN VDE 50.

d) Für Sicherungen gelten als genormte Nennstromstärken:

2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 400 A.

e) Die Nennfrequenz der Hochspannungsgeräte darf von der Betriebsfrequenz um nicht mehr als ± 20 % abweichen.

§ 21.

Schaltvermögen von Leistungsschaltern und Leistungstrennschaltern.

Jeder Leistungsschalter und Leistungstrennschalter muß sein Nenneinschaltvermögen und Nennausschaltvermögen (§ 9) und jeden kleineren Ausschaltstrom bzw. jede kleinere Ausschaltleistung bei seiner Nennspannung und jeder darunter liegenden Spannung, einem Leistungsfaktor des Kurzschlußkreises $\cos\varphi \leq 0{,}15$ bei einem zeitlichen Abstand zwischen seiner Ein- und Ausschaltung gleich dem Mindestschaltverzug beherrschen. Jeder Schalter muß seine Nennausschaltleistung und jede kleinere Ausschaltleistung auch bei der 1,15fachen Nennspannung beherrschen.

Wird der Schalter bei Spannungen unterhalb seiner Nennspannung verwendet, so gilt seine Nennausschaltleistung, bis der Grenzausschaltstrom erreicht wird. Bei noch kleineren Spannungen ist die Ausschaltleistung gleich dem Produkt aus Grenzausschaltstrom, Netzspannung und Phasenfaktor (Abb. 2).

Für das Nenneinschaltvermögen gelten folgende genormte Stromstärken (Scheitelwert):

10, 15, 30, 40, 50, 75, 100 kA.

Für das Nennausschaltvermögen gelten folgende

genormte Nennausschaltströme (Effektivwert):

0,2, 0,4, 0,6, 1, 1,5, 2, 3, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40 kA

und genormte Nennausschaltleistungen:

1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, (150), 200, 400, 600, 1000, (1500), 2000 MVA.

Für die Auswahl von Schaltern, mit denen auch Kurzschlußströme unterbrochen werden sollen, sind die schwersten am Verwendungsort möglicherweise auftretenden Beanspruchungen durch Ein- und Ausschaltstrom, wiederkehrende Spannung, Einschwingvorgang und Leistungsfaktor des Kurzschlußkreises zugrunde zu legen. Da der Mindestschaltverzug eines Schalters in der Größenordnung von 0,1 s liegen kann und bei Kurzschlüssen der Kurzschluß-Wechselstrom in dieser Zeit nur wenig abklingt, ist der Ausschaltstrom fast gleich dem Stoßkurzschluß-Wechselstrom. Der Schalter ist daher auszuwählen:

für einen Einschaltstrom mindestens gleich dem größtmöglichen Stoßkurzschlußstrom [§ 11 a) 2] bei einer Einschaltspannung gleich der Nennspannung des Schalters und

für einen induktiven ($\cos\varphi \leq 0{,}15$) Ausschaltstrom der gleich oder größer als der größtmögliche Stoßkurzschluß-Wechselstrom [§ 11 a) 1] an der Verwendungsstelle ist, bei einer wiederkehrenden Spannung gleich der Nennspannung des Schalters.

Ist an einer Verwendungsstelle der Dauerkurzschlußstrom erheblich geringer als der Stoßkurzschluß-Wechselstrom, so darf der Schalter ausnahmsweise für einen Ausschaltstrom zwischen dem größtmöglichen Stoßkurzschluß-Wechselstrom und dem Dauerkurzschlußstrom ausgelegt werden. Dann muß aber der Schaltverzug sowohl bei selbsttätiger als auch bei willkürlicher Betätigung entsprechend groß eingestellt werden. Das Einschaltvermögen des Schalters muß aber auch in diesem Falle gleich dem größtmöglichen Stoßkurzschlußstrom [§ 11 a) 2] sein.

Bei Schaltern, deren Nenneinschaltvermögen und Nennausschaltvermögen kleiner als die größtmögliche Kurzschlußbeanspruchung an der Verwendungsstelle ist,

muß das Schalten größerer Ströme verhindert sein. Die Schalter müssen aber in geschlossenem Zustand den Kraft- und Wärmewirkungen dieser Kurzschlußbeanspruchung gewachsen sein.

§ 22.

Schaltvermögen und Kennlinien von Sicherungen.

a) Schaltvermögen.

Jede Sicherung muß ihr Nennausschaltvermögen (§ 10) und jeden kleineren Ausschaltstrom bei ihrer Nennspannung und einem Leistungsfaktor des Kurzschlußkreises $\cos \varphi \leqq 0{,}15$ beherrschen. Jede Sicherung muß das für ihre Nennspannung angegebene Nennausschaltvermögen und jeden kleineren Ausschaltstrom auch bei der 1,15fachen Nennspannung beherrschen.

Für das Nennausschaltvermögen von Sicherungen gelten die in § 21 angegebenen genormten Nennausschaltströme.

Für die Auswahl von Sicherungen sind die schwersten am Verwendungsort möglicherweise auftretenden Beanspruchungen durch Ausschaltstrom, wiederkehrende Spannung, Einschwingvorgang und Leistungsfaktor des Kurzschlußkreises zugrunde zu legen. Die Sicherung ist daher auszuwählen:

für einen induktiven Ausschaltstrom ($\cos \varphi \leq 0{,}15$), der gleich oder größer als der größtmögliche Stoßkurzschluß-Wechselstrom an der Verwendungsstelle ist, bei einer wiederkehrenden Spannung gleich der Nennspannung der Sicherung. Die Nennspannung der Sicherung soll die Betriebsspannung am Verwendungsort nicht erheblich überschreiten.

b) Kennlinien.

Die Sicherungskennlinien sollen die mittleren Schmelzzeiten abhängig von den zugehörenden Stromwerten darstellen und sind für die reinen Schmelzzeiten (§ 13) vom kalten Zustande aus im Bereich $\leqq 1$ min anzugeben. Abweichungen bis zu $\pm 50\,\%$ von den mittleren Schmelzzeiten sind zulässig.

Die Schmelzzeiten von Sicherungen sollen der Tafel I entsprechen.

Tafel I. Schmelzzeiten von Sicherungen.

Nennstrom der Sicherung I_n	Überstrom	Schmelzzeit
$\leq$ 60 A	$1{,}3\ I_n$	> 1 h
	$2\ I_n$	< 1 h
$>$ 60 A	$1{,}3\ I_n$	> 2 h
	$2\ I_n$	< 2 h

Tafel II. Schlagweiten.

Reihenspannung in kV	Schlagweiten in mm: in Luft — Schlagweiten gegen Erde, zwischen den Leitern und zwischen getrennten Teilen gleichnamiger Leiter im ausgeschalteten Zustand: Innenraumgeräte	Freiluftgeräte	geschlossene u. gekapselte Geräte[2])	unter Öl, nur für Leistungsschalter: Schlagweiten gegen Erde, gegen den Ölspiegel, zwischen den Leitern und zwischen getrennten Teilen gleichnamiger Leiter im ausgeschalteten Zustand mit Ausnahme der Schaltstrecken[3])	Schlagweiten der Unterbrechungsstellen an den feststehenden Schaltstücken gegen den Ölspiegel
	a	b	c	d	e
1	40	—	40	—	—
3	75	—	75	40	90
6[1])	—	—	100	50	100
10	125	180	125	60	120
20	180	260		90	180
30	260	360		120	240
45	360	470			
60	470	580			
80	580	720			
100	720	900			
120		1100			
150		1350			
200		1800			

[1]) Nur für geschlossene und gekapselte Geräte (nach DIN VDE 50).

[2]) In geschlossenen und gekapselten Geräten dürfen nur besonders feuchtigkeitssichere Isolatoren verwendet werden.

[3]) Diese Schlagweiten gelten nicht für Hilfsgeräte unter Öl außerhalb des Wirkungsbereichs des Lichtbogens.

Die Kennlinien dürfen sich im Laufe der Zeit nicht ändern, wenn die Sicherungen mit Stromstärken bis zum Nennstrom belastet werden.

§ 23.

Schlagweiten, Kriechstrecken.

Für Innenraum- und Freiluftgeräte gelten die Schlagweiten der Tafel II, die nicht unterschritten werden dürfen.

Isolatoren parallel zu den Trennstrecken von Trennlaschen, Trennschaltern, Leistungstrennschaltern in Luft und flüssigen Isoliermitteln sowie von Sicherungshaltern müssen an einer Stelle unter Einhaltung der Schlagweite derart geerdet werden, daß etwaige Ströme über oder durch den Isolator nach Erde abgeleitet werden.

Trennschalter und Leistungstrennschalter müssen eine freie Luft-Trennstrecke haben, die mindestens gleich der vorgeschriebenen Schlagweite ist, auch wenn die gesamte Trennstrecke zum Teil aus Isolierstoff besteht.

Bei Trennschaltern unter Öl (zulässig nur bis 30 kV, vgl. § 28) soll die Schlagweite d gegen Erde und zwischen den Leitern und der doppelte Wert für die Trennstrecke gelten.

§ 24.

Erdung.

An Geräteteilen, die geerdet werden sollen, muß ein zuverlässiger Anschluß für die Erdungsleitung vorhanden sein (siehe VDE 0141 „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen").

§ 25.

Kennzeichnung der Schalterstellung.

Die Schalterstellung muß von der Bedienungsseite des Antriebes und am Schalter selbst entsprechend § 11 c von VDE 0101/1934/VES 2 erkennbar sein.

Trennschalter und Leistungstrennschalter müssen so gebaut sein, daß die Unterbrechung an allen Trennmessern zuverlässig erkennbar ist. Bei mehrpoligen Schaltern mit sichtbaren Trennstellen kann von der Einzelstellungsanzeige jedes Trennstückes abgesehen werden, wenn zwischen den Trennstücken der einzelnen Leiter eine zuverlässige mechanische Kupplung besteht. Bei Trennschaltern unter Öl muß die Stellung jedes Messers einzeln erkennbar sein.

§ 26.

Selbsttätiges Schalten von Trennschaltern und Leistungstrennschaltern.

Selbsttätiges Schalten von Trennschaltern ist unzulässig.

Selbsttätiges Einschalten von Leistungstrennschaltern ist nur dann zulässig, wenn noch besondere Maßnahmen getroffen werden, daß der Schutz der Betriebsmannschaft nicht beeinträchtigt wird. Solche Maßnahmen können beispielsweise darin bestehen, daß vorübergehend zum Schutz der Betriebsmannschaft jede Schaltbewegung verhindert oder die Kraftquelle für die Betätigung unwirksam gemacht wird.

§ 27.

Löschmittel von Leistungsschaltern und Leistungstrennschaltern.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter mit flüssigem Löschmittel müssen leicht und restlos entleert werden können. Sie müssen Flüssigkeitsstandsanzeiger haben. Leistungsschalter mit gespeichertem, gasförmigem Löschmittel müssen an ihrem Vorratsbehälter einen Druckmesser haben.

Öl muß VDE 0370/1936 „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöl" entsprechen.

§ 28.

Trennschalter.

a) Trennschalter unter Öl.

Trennschalter unter Öl sind nur für Spannungen bis 30 kV zulässig (Schlagweiten siehe § 23, Stellungsanzeige siehe § 25).

b) Beanspruchung durch angeschlossene Leiter.

Isolatoren von Trennschaltern brauchen dem Abspannzug angeschlossener Leitungsseile nicht gewachsen zu sein.

§ 29.

Erdungsschalter.

Erdungsschalter müssen den Kraft- und Wärmewirkungen des größtmöglichen Kurzschlußstromes am Verwendungsort gewachsen sein.

Der Querschnitt der Strombahn von Erdungsschaltern soll bei Kupfer mindestens 50 mm², bei anderen Metallen mindestens 200 mm² betragen, was einer zulässigen Beanspruchung mit 9 kA während 1 s entspricht. Die Schaltstücke der Erdungsschalter müssen diesen Querschnitten thermisch gleichwertig sein.

Erdungsschalter dürfen unter der Einwirkung des Kurzschlußstromes nicht von selbst öffnen. Erdungsschalter müssen in den Ein- und Ausschaltstellungen verriegelt werden können, um eine unerwünschte Betätigung zu verhüten.

B. Betätigung und Auslösung.

§ 30.

Nenngrößen für Betätigung und Auslösung.

a) Für Primärauslöser und Primärrelais gelten folgende genormte Nennströme:

6, 10, 20, 40, 60, 100, 200, 400, 600, 1000 A.

Wicklungen für weniger als 6 A sind unzulässig.

Bei Sekundär-Stromauslösern beträgt der Auslösernennstrom 5 A, gelegentlich 1 A.

b) Die Auslösernennspannung soll bei einer besonderen Betätigungsquelle 24, 60, 110 oder 220 V, bei Anschluß an Spannungswandler 100 V betragen.

c) Die elektrische Betätigung muß noch einwandfrei arbeiten, wenn die Betätigungsspannung um + 10 % und — 15 % von der Nennspannung abweicht,

die Auslösung, wenn die Betätigungsspannung um + 10 % und — 25 % von der Nennspannung abweicht.

d) Druckluftantriebe müssen noch einwandfrei arbeiten, wenn der vorgeschriebene Druck, gemessen vor dem Betätigungsventil des Antriebes, um + 10 % oder — 15 % vom Nennwert abweicht.

§ 31.

Eigenschaften der Auslöser.

a) Der Ansprechfehler darf nicht mehr als ± 7,5 % betragen.

b) Das Halteverhältnis darf nicht größer als 1,4 sein.

c) Die Rücklaufzeit darf mit Ausnahme von thermischen Auslösern nicht größer als 0,5 s sein.

d) Die Einstellsicherheit muß mindestens 1,5 betragen.

e) Die Auslösezeiten dürfen bei Sollwerten bis 3 s höchstens um ± 0,3 s, bei längeren Auslösezeiten höchstens um ± 10 % von den Sollwerten abweichen.

Auslöser müssen in die Anfangsstellung zurückgehen, wenn innerhalb 75 % der Auslösezeit der Strom auf den Abfallwert zurückgeht.

f) Thermischer Grenzstrom. Der Querschnitt einer Auslöserwicklung für einen bestimmten Strom ist so zu wählen, daß die Beziehung $I_{\mathrm{therm}} = \frac{180 \cdot Q}{1000}$ in Kiloampere erfüllt ist, wobei Q den Kupferquerschnitt der Auslöserwicklung in Quadratmillimeter bedeutet.

Der zulässige Strom bei der eingestellten Auslösezeit t errechnet sich aus:

$$I_t = \frac{I_{\mathrm{therm}}}{\sqrt{t + t_o}}$$

Hierin bedeutet t_o die Eigenzeit des Schaltgerätes.

§ 32.

Ausführung der Auslöser.

Die Einstellwerte müssen auch am unter Spannung stehenden Gerät deutlich erkennbar sein. Empfindliche Teile (z. B. Zeitwerke) müssen abgedeckt sein (Schutzart P 20 nach DIN VDE 50).

Nach außen geführte bewegte Teile brauchen nicht besonders geschützt zu sein, sollen aber möglichst nach unten herausgeführt werden.

Primärauslöser in Luft bis 400 A Nennstrom müssen einen gegen Wärme- und Kraftwirkungen unempfindlichen Wanderwellenschutz haben.

§ 33.

Antriebe von Leistungsschaltern und Leistungstrennschaltern.

a) Allgemeines.

Beim Versagen des Antriebes oder Ausbleiben des Betätigungsmittels darf der Schalter nicht in einer Zwischenstellung stehenbleiben.

b) Handantrieb.

Handantrieb ist zulässig bei Leistungsschaltern bis 200 MVA Nennausschaltvermögen und bis 30 kA Nenneinschaltvermögen. Handantriebe von Wasserschaltern müssen Sprungwerk haben.

c) Kraftantrieb.

Kraftantriebe können auch Notbetätigung von Hand erhalten; hierbei muß zum Schutze der Betriebsmannschaft eine Einwirkung des Kraftantriebes auf den Handantrieb zwangläufig verhindert werden, z. B. durch Unterbrechen des Stromes bei elektrischen Antrieben oder der Druckluftzufuhr bei Druckluftantrieben oder durch mechanisches Abkuppeln des Antriebes.

d) Speicherantrieb.

Bei Speicherantrieben muß der Ladezustand des Speichers von außen her erkennbar sein. Die Freigabe des Speichers darf nur möglich sein, wenn er betriebsbereit geladen ist.

§ 34.

Betätigungsvorrichtung und Meldelampen.

Es wird empfohlen, die Bewegungseinrichtung und die Anordnung von Betätigungsvorrichtungen für Schaltgeräte bei Aufsicht auf die Betätigungsvorrichtungen nach Tafel III zu wählen.

Tafel III. Bewegungsrichtung und Anordnung von Betätigungsvorrichtungen.

Betätigungsvorrichtung	Bewegungsrichtung bzw. Anordnung für Einschalten	Ausschalten
Handrad, Kurbel, Handgriff (mit Drehbewegung)	im Uhrzeigersinn	gegen den Uhrzeigersinn
Handgriff (Schieber) mit geradliniger Bewegung	nach oben bzw. nach rechts	nach unten bzw. nach links
Zug- oder Druckknopf	oberer bzw. rechter Knopf	unterer bzw. linker Knopf

Bei Verwendung von Meldelampen zur Kennzeichnung der Schalterstellung wird empfohlen, Kennfarbe und Anordnung nach Tafel IV zu wählen.

Tafel IV. Kennfarbe und Anordnung der Meldelampen.

Schalterstellung	Meldelampe Kennfarbe	Anordnung
Ein	rot	oben bzw. rechts von der Betätigungsvorrichtung
Aus	grün	unten bzw. links von der Betätigungsvorrichtung

§ 35.

Meldeschalter.

Meldeschalter für Hochspannungsschaltgeräte müssen für einen Dauerstrom von mindestens 10 A bemessen sein. Während der Einschaltbewegung eines Schaltgerätes muß die Kennzeichnung der Aus-Stellung spätestens aufhören, wenn das Stromschlußstück 1/5 seines freien Schaltweges zurückgelegt hat. Die Ein-Stellung darf beim Einschalten erst und beim Ausschalten nur so lange angezeigt werden, bis der Kontaktweg in den Hauptschaltstücken zur Hälfte zurückgelegt ist. Das Kennzeichen „Aus" darf erst erscheinen, wenn das Stromschlußstück 4/5 des freien Schaltweges zurückgelegt hat.

Sollen bei Verwendung einpoliger Trennschalter für Mehrphasenanlagen Meldeschalter vorgesehen werden, so muß jeder Trennschalter einen Meldeschalter erhalten. Für mehrpolige Trennschalter und für Leistungsschalter genügt ein Meldeschalter, wenn alle Schaltstücke zuverlässig miteinander gekuppelt sind. Der Meldeschalter kann im allgemeinen von einem mit dem Stromschlußstück

mechanisch zuverlässig verbundenen, geerdeten Antriebsteil des Schalters betätigt werden. Meldeschalter für Öltrennschalter und andere gekapselte Trennschalter, deren Trennstrecken im ausgeschalteten Zustand nicht ohne weiteres sichtbar sind, müssen jedoch von den Stromschlußstücken selbst angetrieben werden und in jedem Leiter vorhanden sein. Mehrere Meldeschalter eines mehrpoligen Schaltgerätes können auf einen gemeinsamen Stellungsanzeiger arbeiten. Die Meldeschalter sind dabei derart in Reihe zu schalten, daß die jeweilige neue Schalterstellung dann angezeigt wird, wenn sie in allen Leitern erreicht ist.

An Leistungsschaltern, die für jeden Leiter mehrere nacheinander betätigte Stromschlußstücke haben, ist für das Verschwinden der bestehenden Meldung der zurückgelegte Weg des erstbetätigten, für das Erscheinen der neuen Meldung die Stellung des letztbetätigten Stromschlußstückes maßgebend.

Die Isolierteile für Meldeschalter an Freiluftgeräten sollen aus keramischen Stoffen bestehen.

C. Prüfbestimmungen.

§ 36.

Prüfung mit Wechselspannung.

a) Prüfschaltungen und Prüfspannungen.

1. Hochspannungsgeräte sind bei folgenden Schaltungen mit den Prüfspannungen der Tafel V, Spalte 2, zu prüfen:

in eingeschaltetem Zustand bzw. bei eingesetzten Sicherungsrohren gegen Erde,
in ausgeschaltetem Zustand bzw. bei herausgenommenen Sicherungsrohren gegen Erde,
in eingeschaltetem Zustand bzw. bei eingesetzten Sicherungsrohren Leiter gegen Leiter,
Leistungsschalter in ausgeschaltetem Zustand zwischen den Klemmen eines Leiters nach dreimaligem spannungslosen Ein- und Ausschalten.

2. Trennschalter, Leistungstrennschalter und Sicherungshalter sind bei isolierter Aufstellung des Grundrahmens des Gerätes und Erdung einer Klemme des zu prüfenden Leiters im ausgeschalteten Zustand bzw. bei herausgenommenem Sicherungsrohr zwischen den getrennten Teilen dieses Leiters mit den Prüfspannungen der Tafel V, Spalte 3, zu prüfen.

Tafel V. Prüfspannungen für Wechselspannungsprüfungen.

1	2	3
	Prüfspannungen in kV	
Reihenspannung in kV	allgemein	für Trennstrecken von Trennschaltern, Leistungstrennschaltern u. Sicherungshaltern
1	10	15
3	26	30
6*)	33	40
10	42	53
20	64	86
30	86	119
45	119	169
60	152	218
80	196	284
100	240	350
120	284	416
150	350	515
200	460	680

*) Nur für geschlossene und gekapselte Geräte.

Die Prüfspannungen der Tafel V gelten, einerlei, ob die Geräte in Netzen mit geerdetem oder mit isoliertem Sternpunkt verwendet werden. Sie gelten auch für Geräte bei Verwendung an Stellen, an denen die Netzspannung bis zu 15 % über der Reihenspannung liegt. Andere Prüfspannungen können nicht gefordert werden.

Bei Freiluftgeräten gelten die festgesetzten Prüfspannungen für die Regenprüfung nach VDE 0446/1929 „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischem Werkstoff für Spannungen von 1000 V an".

b) Prüfdauer.

Die Prüfdauer beträgt 1 min, bei Durchführungen aus Faserstoff oder keramischem Werkstoff mit Vergußmasse oder Öl 5 min. Nach dieser Prüfung dürfen keine örtlich begrenzten Erwärmungen auftreten.

c) Spannungsmessung und Spannungssteigerung.

Die Spannung soll unter Verwendung einer Kugelfunkenstrecke mit vorgeschalteten Dämpfungswiderständen (rd. 1 Ω/V) nachgeprüft werden (s. VDE 0430/1926 „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft"). Für die allmähliche Steigerung der Spannung bis zur Prüfspannung gilt folgende Regel:

Höchstens die halbe Prüfspannung darf mit Schalter auf den Prüfling geschaltet werden. Die Spannung ist dann in nicht weniger als 10 s stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens 5 % der Prüfspannung bis zum Endwert zu steigern. Die Prüfdauer beginnt, wenn die volle Prüfspannung erreicht ist.

Bei Steigerung der Spannung über die Prüfspannung hinaus darf weder Durchschlag noch Überschlag innen erfolgen. Die Überschlagspannung muß mindestens 10 % über der Prüfspannung liegen. Gleitfunken längs der isolierenden Oberfläche dürfen unter 80 % der Prüfspannung nicht auftreten.

d) Dielektrische Verlustmessung.

Bei wertvolleren Prüflingen, z. B. bei größeren Durchführungen, wird empfohlen, während der Spannungsprüfung die dielektrischen Verluste oder den Verlustfaktor laufend zu beobachten.

§ 37.

Prüfung mit Stoßspannung.

a) Außer der Wechselspannungsprüfung nach § 36 wird eine Stoßspannungsprüfung als Typenprüfung mit der genormten Stoßwelle 0,5/50 µs (nach VDE 0447 und VDE 0450) empfohlen. Der Scheitelwert der Prüfstoßspannung soll das Doppelte des Effektivwertes der Prüfwechselspannung nach Tafel V betragen. Hierbei darf am Prüfling kein Überschlag auftreten.

Diese Prüfung ist bei folgenden Schaltungen der Geräte auszuführen:

in eingeschaltetem Zustand bzw. bei eingesetzten Sicherungsrohren gegen Erde,
in ausgeschaltetem Zustand bzw. bei herausgenommenen Sicherungsrohren gegen Erde,
in eingeschaltetem Zustand bzw. bei eingesetzten Sicherungsrohren Leiter gegen Leiter,
in ausgeschaltetem Zustand bzw. bei herausgenommenen Sicherungsrohren zwischen den Klemmen eines Leiters bei Erdung einer Klemme.

b) Ferner wird empfohlen, den Stoßfaktor nach § 10 von VDE 0450 (Verhältnis Mindest-Stoßüberschlagspannung zur tatsächlichen Überschlagspannung bei 50 Hz) mit der Stoßwelle 0,5/50 µs in folgenden Schaltungen zu bestimmen:

in eingeschaltetem Zustand bzw. bei eingesetzten Sicherungsrohren gegen Erde,
in ausgeschaltetem Zustand bzw. bei herausgenommenen Sicherungsrohren gegen Erde,
in ausgeschaltetem Zustand bzw. bei herausgenommenen Sicherungsrohren zwischen den Klemmen eines Leiters bei Erdung einer Klemme.

Bei diesen Prüfungen dürfen Überschläge am Prüfling nur außen und keine Überschläge zwischen den Leitern erfolgen. Bei den Prüfungen in der zweiten und dritten Schaltung dürfen die offenen Schaltstrecken nicht überschlagen.

§ 38.

Spannungsprüfung von Wicklungen und Antriebsmotoren.

a) Wicklungen an Hochspannungsgeräten sind 1 min lang bei Nennspannungen < 500 V mit 2000 V, bei Nennspannungen von 500 bis 750 V mit 2500 V Wechselspannung gegen Körper zu prüfen.

b) Antriebsmotoren sind nach VDE 0530/1934 R.E.M. (nur Wicklungsprobe § 50) zu prüfen.

§ 39.

Prüfung des Schaltvermögens von Schaltern.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter müssen nachstehende Schaltfolge beherrschen:

$$A-t-E-t-A-t-EA'.$$

Hierbei bedeutet:

A Ausschaltung des dem Nennausschaltvermögen entsprechenden Stromes bei einer wiederkehrenden Spannung gleich der Nennspannung.

E Einschaltung des dem Nenneinschaltvermögen entsprechenden Stromes bei der Nennspannung.
EA' Einschaltung des dem Nenneinschaltvermögen entsprechenden Stromes bei der Nennspannung und Ausschaltung nach dem Mindestschaltverzug.
t Pause von mindestens 3 min.

Wenn bei dieser Schaltfolge der Ein- oder der Ausschaltstrom nicht den vorgesehenen Wert ergibt, kann eine andere Schaltfolge vereinbart werden.

Bei den Ausschaltversuchen darf im Augenblick der Trennung der Schaltstücke der Gleichstromanteil höchstens 30 % des Effektivwertes des Wechselstromanteiles betragen, wenn der Schaltverzug größer als 0,1 s ist. Schalter mit einem Schaltverzug kleiner als 0,1 s sind so zu prüfen, daß der Stoßkurzschluß-Gleichstrom dieselbe Größe wie an der Verwendungsstelle des Schalters hat.

Der Leistungsfaktor des Stromkreises soll den Wert 0,15 nicht überschreiten.

Der bei der Prüfung im Prüffeld auftretende Einschwingvorgang soll im Prüfbericht angegeben werden.

Bei der einpoligen Ausschaltprüfung von Drehstromleistungsschaltern muß die wiederkehrende Spannung gleich dem 1,5-fachen der Sternspannung sein.

Zwischen den einzelnen Ein- und Ausschaltungen der Schaltfolgen darf der Schalter nicht überholt werden. Nach den Schaltfolgen muß der Schalter noch in der Lage sein, den Betriebsstrom zu führen.

Ölschalter sollen keine Flammen nach außen werfen. Etwaiger Gas- und Ölauswurf darf nicht mit wichtigen Teilen oder unter Spannung stehenden Leitungen in Berührung kommen.

Bei anderen Schalterarten sollen keine Flammen über die in Zeichnungen anzugebende Grenze hinausgeworfen werden. Die Schlagweiten (§ 23) sollen von dieser Begrenzungslinie aus gemessen werden.

§ 40.

Prüfung des Schaltvermögens von Sicherungen.

Sicherungen für Drehstromnetze sind im betriebswarmen Zustande entweder dreipolig oder einpolig mit einem, dem Nennausschaltvermögen entsprechenden Strom zu prüfen.

Die dreipolige Prüfung ist bei einer wiederkehrenden Spannung gleich der Nennspannung vorzunehmen, die einpolige mit dem $\sqrt{3}$fachen Wert der Nennspannung.

Die Unterbrechung muß bei der einpoligen Prüfung mindestens an drei verschiedenen ungefähr gleichmäßig über die Halbwelle der Spannungskurve verteilten Zeitpunkten als einwandfrei nachgewiesen werden.

Der Leistungsfaktor des Stromkreises soll den Wert 0,15 nicht überschreiten.

Während und nach der Schaltung dürfen keine Überschläge zwischen den Leitern und nach Erde erfolgen. Das Sicherungsrohr darf nicht zerstört werden, und es darf kein gesundheitschädlicher Auswurf erfolgen. Nach der Abschaltung muß das Sicherungsrohr ohne Überholungsarbeiten ausgewechselt werden können.

§ 41.

Mechanische Prüfung von Schaltern.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter müssen mit ihrem zugehörigen Antrieb mindestens ein je 1000-maliges Ein- und Ausschalten ohne Strom und Spannung vertragen. Diese Prüfung kann nur als Typenprüfung verlangt werden.

Nach je 200maligem Schalten ist zu prüfen, ob der Schalter noch ordnungsmäßig die Ein- und Ausschaltstellung erreicht. Nach der Prüfung müssen die Schalter ohne Nacharbeit betriebsfähig sein und die Spannungsprüfung bestehen. Insbesondere dürfen Trennschalter und Leistungstrennschalter, deren bewegliche Schaltstücke über den feststehenden Klemmen angeordnet sind, nicht durch Versagen von Bauteilen unabsichtlich zufallen können.

D. Erwärmungsbestimmungen.

§ 42.

Messungen.

a) Lufttemperatur.

Die Grenzwerte für die Erwärmung in Tafel VI gelten unter der Voraussetzung, daß die Temperatur der umgebenden Luft 35° nicht überschreitet.

Als Temperatur der umgebenden Luft gilt der Durchschnittswert, der während des letzten Viertels der Versuchszeit mit Thermometer oder Thermoelement in regelmäßigen Zeitabständen etwa in der Höhe der Mitte des Gerätes und in etwa 1 m Entfernung gemessenen Raumtemperatur. Meßgerät oder Prüfling dürfen weder einer Wärmestrahlung noch Luftströmung ausgesetzt sein.

Es kann zweckmäßig sein, das Meßgerät an einem zweiten gleichartigen und nicht Strom durchflossenen Gerät oder an dessen thermischem Abbild anzubringen.

b) Temperatur des Prüflings.

Zur Temperaturbemessung können Quecksilber- oder Alkoholthermometer, Widerstandsspulen oder Thermoelemente verwendet werden. Der Quecksilber- oder Alkoholbehälter des Thermometers ist mit glatter Metallfolie zu umwickeln, mit der er gut an den Prüfling angedrückt wird. Ein darüber gelegter Wattebausch dient zum Schutz gegen Wärmeabstrahlung.

Die Erwärmung ϑ von Kupferwicklungen[5]) wird aus der Widerstandszunahme nach Gl. (7) ermittelt:

$$\vartheta = \frac{(235 + \vartheta_k)\, r}{100} - (\vartheta_L - \vartheta_k) \qquad (7)$$

hierbei bedeuten:

ϑ_k Temperatur der Wicklung in kaltem Zustande,
ϑ_L Lufttemperatur,
r Widerstandszunahme in Prozent.

§ 43.

Grenzwerte.

Tafel VI. Grenzerwärmungen und Grenztemperaturen.

Nr.	Geräteteil		Bemerkungen	Grenzerwärmung °	Grenztemperatur °
1	blanke Leiter und Schaltstücke		≤ 2000 A	35	70
2			> 2000 A	45	80
3	Trennschalter		≤ 2000 A	30	65
4			> 2000 A	40	75
5	Isolier- und Löschflüssigkeit bei neuen[1]) Hochspannungsgeräten, gemessen in der oberen Flüssigkeitsschicht		≤ 2000 A, wenn keine Wicklung unter Öl vorhanden ist	30	65
6			> 2000 A bei allen Strömen, wenn Wicklungen unter Öl vorhanden sind	40	75
7	Wicklungen		blank	65	100
8		dauernd eingeschaltet bei Nennbelastung, sowie zeitweise eingeschaltet nach 10-maliger aufeinander folgender Betätigung ebenfalls bei Nennbelastung	umkleidet mit Baumwolle, Seide, Papier und ähnlichen Faserstoffen, getränkt sowie aus Lackdraht	60	95
9	Sicherungen	Sicherungsrohr	keramische Isolierstoffe und Glas	115	150
10			Papier- und Faserstoffe	65	100
11		Sicherungsschaltstücke	blank	65	100

[1]) Bei Hochspannungsgeräten, die längere Zeit im Betrieb sind, dürfen die Grenzwerte der Isolier- und Löschflüssigkeit bis zu 10° überschritten werden, vorausgesetzt, daß sich die Schaltstücke in ordnungsmäßigem Zustand befinden.

E. Schilder und Bezeichnungen.

§ 44.

Schildangaben und Bezeichnungen für Schalter.

Jeder Schalter muß ein Schild mit folgenden Angaben erhalten:

(a) Leistungsschalter und Leistungstrennschalter:

1. Hersteller- und Ursprungszeichen
2. Fertigungsnummer
3. Reihenspannung

[5]) Die Erwärmung von Aluminiumwicklungen ergibt sich aus Gl. (7), wenn man den Zahlenwert 235 durch 245 ersetzt.

4. Nennspannung
5. Nennstrom
6. Kurzzeitstrom
7. Nennfrequenz
8. Nenneinschaltvermögen
9. Nennausschaltvermögen
10. Grenzausschaltstrom.

b) Trennschalter:

1. Hersteller- und Ursprungszeichen
2. Reihenspannung
3. Nennstrom
4. Kurzzeitstrom.

c) Erdungssschalter:

Auf der Strombahn sollen Baustoff und Leiterquerschnitt angegeben werden.

§ 45.

Schildangaben für Auslöser.

Jeder Auslöser muß ein Schild mit folgenden Angaben erhalten:

a) Spannungsauslöser:

1. Nennspannung
2. Nennfrequenz
3. Verbrauch
4. Möglichst auch Einstellwerte und Auslösezeiten.

b) Stromauslöser:

1. Nennstrom
2. I_{therm} und I_{dyn} [§ 14 o), p)]
3. Nennfrequenz
4. Verbrauch
5. Möglichst auch Einstellwerte und Auslösezeiten.

§ 46.

Bezeichnungen für Sicherungen.

a) Sicherungsrohr:

1. Nennstrom
2. Nennspannung
3. Nennausschaltvermögen.

b) Sicherungshalter:

Reihenspannung.

Neuer VDE-Sonderdruck.

Das in Heft 16, Seite 451 der ETZ 1936 von dem „Ausschuß für Drähte und Kabel" veröffentlichte Merkblatt

VDE 0280/1936 „Merkblatt für die Herstellung von Verbindungsstellen bei Aluminiumleitern in Starkstromanlagen"

ist nunmehr als Sonderdruck erschienen, der zum Preise von 0,10 RM von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, bezogen werden kann.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Remde VDE, Mariendorf, Kurfürstenstraße 39, Fernruf: A 2 0047.

12. 6. 1936 Der Ausspracheabend findet nicht statt.

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141.

15. 6. 1936 „Theorie der unbelasteten Fernsprechleitung" (Vortragender: Ingenieur Germer).

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik. Leiter: Dipl.-Ing. K. Wagner, Charlottenburg, Horstweg 4, Fernruf: C 4 0011 App. 3013.

16. 6. 1936 „Isolierstoffe", Zusammenfassung und Schlußbetrachtung (Vortragender: Ingenieur Pohler).

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik. Leiter: Dr. F. Hauffe VDE, Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernruf: D 9 2101.

17. 6. 1936 „Das Ignitron".

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE, Charlottenburg 2, Grolmanstraße 12, Fernruf: D 1 0014, App. 404.

18. 6. 1936 „Theoretische Betrachtungen zur Löschung des Hochspannungslichtbogens" (Vortragender: Dipl.-Ing. Grosse).

VDE Gau Berlin-Brandenburg.
Vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Gau Braunschweig.

Am 22. 11. 1935 hielt Herr Dipl.-Ing. F. Brinkmann einen Vortrag über „Aluminium in der Kabeltechnik". Herr Brinkmann behandelte die Herstellung des Aluminiums, seine elektrischen Eigenschaften und ging dann näher auf den Aufbau des Aluminiumkabels selbst ein. Die Kernfrage bei der Aluminiumverwendung, nämlich die Verbindung Al—Al bzw. Al—Cn, wurde besonders ausführlich besprochen. Unter dem Abschnitt Rundschau[1]) bringen wir einige vom Vortragenden behandelte Fragen aus diesem besonders für den Praktiker sehr interessanten Gebiet.

Gau Niedersachsen.

Aus der Praxis des Luftschutzes der Elektrizitätswerke sprach am 14. 1. d. J. Herr Obering. Dr. E. M. K. Sommer. Für den Luftschutz der Eltwerke sind Sondermaßnahmen erforderlich, weil sie im allgemeinen den Betrieb auch während eines Angriffes weiterführen müssen und weil die Zusammenarbeit der elektrisch miteinander gekuppelten, räumlich getrennten Werke berücksichtigt werden muß. Im Vortrag wurden nur diejenigen Maßnahmen behandelt, die beim Luftschutz der Eltwerke entweder überhaupt erst in Erscheinung treten oder Sondermaßnahmen erfordern. Man unterscheidet Schutz der Gefolgschaft, die durch die bekannten Maßnahmen wie Schutzraumbau usw. verwirklicht werden kann und Schutz der Anlagen. Dieser wird hauptsächlich durch die Tarnung der bestehenden Kraftwerks- und Schaltanlagen geschehen müssen. Bei der Verdunkelung der Eltwerke muß die Innenraumbeleuchtung so durchgeführt werden, daß im Dauerzustand der normale Betrieb weiterlaufen kann. Auf Außenbeleuchtung kann meist verzichtet werden. Wo dies nicht möglich ist, müssen die gleichen Maßnahmen wie bei elektrischer Straßenbeleuchtung durchgeführt werden. Die Verdunkelung der elektrischen Straßenbeleuchtung ist dort schwierig, wo keine besonderen Lichtstromkreise vorhanden sind. Die Beleuchtung muß bei Verdunkelung völlig abgeschaltet werden. An wenigen verkehrswichtigen Punkten bleiben nur blaue Richtungslampen brennen. Der Feuerschutz bei den Eltwerken ist mehr eine Frage der im Werk vorhandenen Feuerschutzmittel; diese sind also nur zu verstärken. Der Schutz gegen Zerstörung, soweit er mit wirtschaftlich überhaupt vertretbaren Mitteln zu erreichen ist, muß sich darauf beschränken, die Auswirkung von Zerstörungen auf die Stromversorgung zu vermindern. Die Mittel dazu liegen im zweckmäßigen Aufbau der Stromversorgung und in besonderen baulichen und betrieblichen Maßnahmen. Der Aufbau der ganzen Elektrizitätsversorgung wie auch der einzelnen Anlagen muß so erfolgen, daß von jeder unvermeidbaren Störung ein möglichst kleiner Teil des Versorgungsgebietes betroffen wird, und daß die Dauer der Stromlieferungsunterbrechungen möglichst kurz ist. Unter baulichen Maßnahmen kommt vor allem der Splitterschutz derjenigen Apparate in Frage, die besonders empfindlich sind und deren Wiederherstellung am längsten dauert. An betrieblichen Maßnahmen wurde die Frage des Einsatzes der Betriebsmittel besonders hervorgehoben.

---

1) Dieses Heft, S. 683.

WEI

Normung von Hartgummi.

678. 4 : 621. 315. 61

Anschließend an den kürzlich veröffentlichten Entwurf zu dem Normblatt DIN 7701 „Kunstharz-Preßstoffe, warmgepreßt" (vgl. ETZ 1936, H. 5, S. 134) hat der Fachausschuß für die Aufstellung von Normen für nichtmetallische, nichtkeramische Werkstoffe bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie in Zusammenarbeit mit dem VDE drei Normblätter für Hartgummi aufgestellt, um hierdurch Unterlagen für die allgemeine Anwendung dieses Werkstoffes zu geben. Die Normblätter sollen nicht nur für die Elektrotechnik, sondern auch für andere Verwendungsgebiete gelten.

Der Normblattentwurf DIN E 7711 bietet dem Konstrukteur Angaben über die mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften von Hartgummi. Bezüglich der Prüfung der Eigenschaften ist auf die bestehenden VDE-Bestimmungen hingewiesen, von denen in erster Linie VDE 0322 „Leitsätze für die Prüfung von Hartgummi" in Frage kommt. Durch die Aufstellung dieses Normblattes ist außerdem eine Neubearbeitung des bisherigen Wortlautes von VDE 0322 notwendig geworden, die zur Zeit in Arbeit ist und demnächst in der ETZ veröffentlicht wird. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, daß die Werte für Hgi V in DIN E 7711 nicht mit den entsprechenden Werten für Typ V in VDE 0322/1934 übereinstimmen.

Die Entwürfe DIN E 7712 und 7713 enthalten Angaben über die handelsüblichen Abmessungen und Toleranzen von Hartgummiplatten und Hartgummirundstangen.

Die drei Entwürfe wurden in H. 11/12 der „DIN-Mitteilungen" vom 10. 6. 1936 veröffentlicht. Einwände sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. August 1936 an die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3, zu richten.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Ph. Lenze †. — Am 7. 5. verschied in Bochum plötzlich und unerwartet der frühere Leiter der Städtischen Werke Düsseldorf, Herr Beigeordneter i. R. Philipp Lenze VDE. Im Jahre 1922 gründete er mit einigen Berufskameraden den Elektrotechnischen Verein Düsseldorf, den er bis zum Ablauf des Jahres 1924 als 1. Vorsitzender leitete. Noch viele Jahre später gehörte er dem Vorstande an. Er hat sich um die Entwicklung des heutigen VDE-Gau Düsseldorf außerordentliche Verdienste erworben und ist bis zu seinem Hinscheiden ein tatkräftiger Förderer des Verbandes geblieben. Den Dank für seine Aufbauarbeit stattete der Verein ihm ab durch die Berufung zum Ehrenmitglied im Jahre 1931.

Auch über den Kreis seiner Tätigkeit hinaus hat der Verstorbene regen Anteil an der Entwicklung der Elektrotechnik genommen. Die T. H. Karlsruhe ernannte ihn im Anschluß an die Lichttechnische Ausstellung auf der Gesolei 1926 zum Ehrensenator. — Der Verband Deutscher Elektrotechniker wird dem Verstorbenen ein dauerndes Andenken bewahren.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers. Von Prof. Dr. E. Madelung. Unt. Mitarb. v. Dr. K. Boehle u. Dr. S. Flügge. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen m. bes. Berücks. d. Anwendungsgebiete. Bd. IV. Herausg. v. R. Courant, W. Blaschke, F. K. Schmidt u. B. L. van der Waerden. 3. vermehrte u. verbess. Aufl. Mit 25 Abb., XIII u. 381 S. im Format 165 · 240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1936. Preis kart. 27 RM, geb. 28,80 RM.

Das bekannte Buch erscheint jetzt zehn Jahre nach der zweiten Auflage in erheblich verbesserter und auch etwas verstärkter Auflage. Durch die Hinzunahme zweier jüngerer Mitarbeiter hat es sicher gewonnen. Neue, durch die heutige Entwicklung bedingte Gegenstände sind hinzugekommen, so daß der Physiker — man darf den Elektrotechniker wohl einschließen — hier ein Nachschlagebuch hat, in dem er alles Wesentliche findet, und zwar in zuverlässiger Form, was für ein solches Buch besonders notwendig ist. Jedenfalls sind dem Berichter keine allzu großen Anstände aufgefallen. Der größere Teil enthält die mathematischen Hilfsmittel. Er behandelt in zwölf Abschnitten Analysis, lineare Algebra, Transformationstheorie, Gruppentheorie, weiter Analysis und schließlich Wahrscheinlichkeitsrechnung. Natürlich bedingt ein beschränkter Umfang eine scharfe Auslese und ebenso natürlich wird jeder Leser etwas vermissen. So der Berichter Fehlertheorie und Praktische Analysis. Der zweite Teil bringt die Elemente der Physik und gliedert sich in sechs Abschnitte: Mechanik, Elektrodynamik, Relativitätstheorie, Quantentheorie, Thermodynamik, Statistische Methoden. Zu dem Kapitel Mechanik möchte der Berichter einiges Kritisches sagen. Zum Unterschied von Zwangskraft wird das Wort „äußere Kraft" gebraucht statt des Wortes „eingeprägte Kraft". Sonst haben beide Begriffe bekanntlich eine wesentlich verschiedene Bedeutung; daß es nicht zum Zusammenstoß kommt, liegt an der Knappheit der Ausführung. Mit der Darstellung der Prinzipien kann der Berichter nur wenig einverstanden sein. Die Newtonsche dynamische Grundgleichung ist nicht das „alles umfassende Grundprinzip", die anderen Prinzipien sind von ebensolcher Bedeutung. Leider wird das d'Alembertsche Prinzip nur in der Lagrangeschen Fassung gegeben. Das Hamiltonsche Prinzip wird in einer Form ausgesprochen, die nur für holonome Systeme richtig ist, was aber nicht gesagt wird. In der Mechanik der Kontinua wird bei Besprechung der Kinematik differentiell kleine Verschiebung angenommen, dann aber ohne ein Wort in der Kinetik dieselbe Verschiebung, mit demselben Buchstaben bezeichnet, als wirkliche Verschiebung angesehen. In der Hydrodynamik sollte die Bemerkung über das Haften am Rand bei den Stokesschen Gleichungen stehen und nicht bei den reibungslosen Flüssigkeiten. Denn diese können im allgemeinen gar nicht am Rand haften, auch nicht bei Wirbelbewegung. Solche Ungenauigkeiten sollten verschwinden. Besonders aber bedürfte das im Anhang zugefügte Literaturverzeichnis einer gründlichen Durchsicht und Auffrischung. Das schon sehr gute Buch kann also doch noch besser werden. G. Hamel.

Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen. — Jubiläumsschrift zum hundertjährigen Bestehen der deutschen Eisenbahnen. Herausgegeben von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn. Mit 3 Karten, zahlr. Abb. u. 543 S. im Format 220 × 285 mm. Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1935. Preis geb. 16 RM.

Die hundertste Wiederkehr des Tages, an dem der erste deutsche Eisenbahnzug Nürnberg—Fürth verkehrte, legte der Verwaltung des deutschen Reichsbahnunternehmens die vornehme Pflicht auf, nicht nur in würdiger, festlicher Form an der Stätte jenes Ereignisses des Jubiläums zu gedenken, sondern auch durch ein umfassendes Schriftwerk dieser Hundertjahrfeier gerecht zu werden. So gab die Deutsche Reichsbahn im Herbst 1935 ein großes, ausgezeichnet ausgestattetes Werk in die Hände aller am Eisenbahnwesen interessierten Kreise, insbesondere ihrer eigenen Gefolgschaft. Diese konnte natürlich nicht in größerer Zahl selbst jener Nürnberger Feier beiwohnen, dafür wurde ihr, man möchte fast sagen als Geschenk, in diesem Buch ein Gesamtbild über das Werden und das jetzige Wesen ihres Arbeitsfeldes in weiterem Sinne überreicht.

Der Grundgedanke dieses Buches zielt auf eine geschichtliche Darstellung und auf einen kurzgefaßten Überblick über alle zum Eisenbahnwesen gehörenden Dinge ab. Es erforderte besonderes Geschick, die bedeutsamsten

Ereignisse in Wort und Bild festzuhalten, die bis zum heutigen Tage geschaffenen Spitzenleistungen auf allen diesen Gebieten auszuwählen und ohne Überlastung des ohnehin recht dickleibigen Buches darzustellen. Der Plan ist gelungen. Das ungemein vielseitige Wissensgebiet des gesamten deutschen Eisenbahnwesens wurde, ohne seine Vollständigkeit zu vergewaltigen, auf einen Raum zusammengedrängt, der dem Nichtfachmann ohne Ermüdung faßbar ist und den Fachleuten der Einzelgebiete immer noch manches Neue über die Nachbargebiete seiner Berufsrichtung bietet. Sein Inhalt sei durch folgende Stichworte umrissen:

Eisenbahngeschichte, deutsche Eisenbahnleistungen im Weltkrieg, Eisenbahnorganisation bis zur Gründung der Reichsbahn, führende Männer, Eisenbahntechnik, insbesondere Anlage der Eisenbahnen, Oberbau, Signal- und Sicherungswesen, Brückenbau, Hochbau, Lokomotivbau, Wagenbau, Bremsen, Starkstromtechnik, insbesondere elektrischer Bahnbetrieb, Triebwagenbau, Kraftwagen und Werkstättenwesen, Verkehrsdienst, insbesondere Tarife, Abfertigungsdienst, Beförderungsdienst und Werbedienst. — Aus dem Betriebsdienst sei der Aufgabenkreis der Bahnhöfe, der verschiedenen Zugarten und ihre Zusammensetzung, die Rangiertechnik, das Fahrplanwesen, der maschinentechnische Betriebsdienst und die von der Reichsbahn betriebene Schiffahrt auf dem Bodensee und der Ostsee (Fährdienst nach Schweden und Dänemark) erwähnt. Nicht zuletzt sind das umfangreiche Dienstvorschriftenwerk sowie Wirtschaft und Statistik des Bahnbetriebes erwähnt. Das Beschaffungswesen wird in einem gesonderten Abschnitt gewürdigt. Weiter geht das Buch auf das Personalwesen unter besonderer Betonung des Geschichtlichen und der Wohlfahrtspflege ein, sodann auf die Eisenbahnfinanzwirtschaft, Buchführung und das Eisenbahnrecht. Zum Schluß bietet ein mit Humor gewürzter Auszug aus Eisenbahnkarikaturen vergangener Zeit dem Leser eine willkommene Entspannung. Seiner Nebenbedeutung als Nachschlagewerk wird das Buch durch eine ausführliche Geschichtstafel und ein übersichtliches Sachverzeichnis gerecht.

Wie bereits erwähnt, mußte man sich besonders bei der Darstellung des Gegenwärtigen auf gut ausgewählte Proben beschränken. Was in dieser Beziehung geboten wird — Tafeln, Bilder, Kunstblätter, größtenteils farbig, und Karten —, stellt den Herausgebern durch die gediegene Art der Ausstattung das beste Zeugnis aus. Den Elektrotechniker werden besonders die Abschnitte fesseln, welche die vielfachen Zusammenhänge des Eisenbahnwesens mit der Elektrotechnik vor Augen führen. So das Signal- und Sicherungswesen, die Zugbeeinflussung, die Zugbeleuchtung, die elektrisch betätigten Bremsen, die elektrischen Kraftübertragungen in Triebwagen und besonders der elektrische Zugbetrieb mit Fahrleitungen. Die längst vergangenen Kämpfe um die Stromarten für den elektrischen Bahnbetrieb, die Wiedergabe des vom Preußischen Ministerium der Öffentlichen Arbeiten 1912 mit Bayern und Baden abgeschlossenen Übereinkommens über die Stromart, die Erstlingsfahrzeuge, deren eigenartige Formen ja nur noch geschichtlichen Wert haben, dürften einem weiten Kreis der Bahnelektrotechniker wertvolle Erinnerungen wachrufen. Auch hier fügt sich eine heitere Note ein in Gestalt einer Zeitungsstimme vor 15 Jahren, die so recht die vor neue Rätsel gestellte Öffentlichkeit mit ihrer teils mißtrauischen, teils überraschten Einstellung zu der neuen Betriebsweise wiedergibt, den Gegensatz zwischen der alten volkstümlichen Dampflokomotive und dem neuen, geheimnisvollen elektrotechnischen Gerät in seiner scheinbaren Leblosigkeit, über welches das Urteil in den zweifelnd staunenden Worten gipfelt: „..... Das ist doch keine Lokomotive....!"

Alle diese vielen Fachgebiete sind auch ihrem Umfange nach geschickt gegeneinander abgewogen, so daß jedes den ihm gebührenden Platz und überall gleichmäßig verteilte Ausführlichkeit gefunden hat. Auch in elektrotechnischen Fachkreisen wird es viele Leser geben, denen dieser genaue und umfassende Einblick in das Eisenbahnwesen und seine Begründung durch den geschichtlichen Werdegang wertvolle Grundlagen liefert, um darauf die Durchdringung dieser Gebiete mit den Erkenntnissen und Leistungen des Elektrizitätswesens aufzubauen.

H. Tetzlaff VDE.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Meßgeräte im Industriebetrieb. Von G. Wünsch u. H. Rühle. Mit 371 Textabb., VII u. 315 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 26,70 RM.

Die Selbstversorgung mit elektrischem Strom und ihre wirtschaftl. Vorteile für gewerbl. und industr. Unternehmungen, Sauggas- und Dieselmotor-Anlagen, Klein-Elektrizitätswerke. Von Obering. M. A. Richter. Mit 55 Abb., VIII u. 131 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1936. Preis kart. 3,80 RM.

Fernsehen in praktischen Versuchen. Unt. Mitarb. v. G. Büscher, Studienrat W. Möller u. Ing. H. Richter herausg. v. H. Günther. 1. Lieferung. Mit 53 Abb. u. 32 S. im Format B 5. Franckhsche Verlagshandlung. Stuttgart 1935. Preis geh. 1,20 RM.

Elektrische Förderhaspel (DIN BERG 1000). Herausg. v. Fachnormenausschuß für Bergbau, Essen. Mit 24 Abb., 4 Musterzeichn. u. 35 S. im Format A 4. Preis geh. 5,50 RM.

[Um aus der Vielzahl der im steigenden Maße eingesetzten elektrischen Förderhaspel bestimmte Größen auszuwählen und allgemeine Bauvorschriften sowie Liefer- und Abnahmebedingungen dafür festzulegen, hat ein besonderer Arbeitsausschuß des Fachnormenausschusses für Bergbau dieses Normheft herausgegeben. Vier Haspelgrößen sind genormt worden, für die bestimmte Betriebsverhältnisse angenommen wurden.]

Eingegangene Doktordissertationen.

Franz Keller, Strömungsverlauf zwischen einer kleinen (punktförmigen) Glimmkathode und einer sehr großen (unendlichen) Anode bei Glimmentladungen in verschiedenen Gasen. [Sonderdruck aus Z. Physik (97) H. 1/2.] T.H. Dresden 1935.

Werner Mialki, Röntgenographische und optische Untersuchungen über die Trübung von Emails durch Fluoridsätze. [Erschien auch im „Sprechsaal f. Keramik, Glas, Email", Coburg, 68. Jg. (1935).] T. H. Dresden 1935.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. 12. 6. (Fr), 15 h 30 m bis 17 h, Hörsaal 358 (Hauptgebäude): „Konjunktur und Selbstkosten der Reichsbahn". Reichsbahndir. Dr.-Ing. A. Baumann.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 17. 6. (Mi), 19 h 30 m, Neues Phys. Inst. der T.H. Kurfürstenallee 20: „Die Lichtbogensäule, im besonderen bei großer Stromstärke in schnell strömenden Gasen". Dr. B. Kirschstein.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik. Berlin. 13. 6. (Sa): Dampferausflug mit Damen nach Ferch, Haus Amsee. Treffpunkt: 14 h 45 m in Wannsee, Dampferanlegestelle „Stern" am Bahnhof. Preis der Teilnehmerkarte 2 RM.

Reichsverband der Deutschen Wasserwirtschaft, Berlin (gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftlichen Verband für Thüringen und der Arbeitsgemeinschaft der Wasserkraftbesitzer Thüringens (Weimar). 22. bis 24. 6. (Mo bis Mi), Saalfeld: Wasserwirtschafts-Tagung mit 5 Hauptvorträgen und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 50.

Wirtschaftsverband der Deutschen Beleuchtungskörper-Industrie. Berlin. 12. 6. (Fr): Versammlung in Eisenach.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 5. Juni 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang | Berlin, 18. Juni 1936 | Heft 25

Einführung in die „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben".

Von Dr.-Ing. E. Reimann VDE, Leverkusen.

621. 3 (083. 133) : 662

Elektrische Anlageteile wurden ursprünglich in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben nur in Ausnahmefällen zugelassen. Man begnügte sich im allgemeinen damit, die Arbeitsmaschinen in gefährdeten Räumen von außen durch Elektromotoren anzutreiben. Selbst Beleuchtungsanlagen wurden verschiedentlich außerhalb der gefährdeten Räume untergebracht.

Diese Bauweise erwies sich als unzweckmäßig und nicht immer gefahrlos. Die Durchführungen von Wellen oder Riemen durch Gebäudewände erschwerten die häufig notwendigen Raumabtrennungen. Zur Kraftübertragung wurden zum Teil sogar offen betriebene Zahnrad- oder Riemengetriebe benutzt, womit die Gefahr der Einleitung von Explosionen durch mechanische Zündung gegeben war. Außerdem wiesen die Kraftübertragungsmittel zum Teil unverhältnismäßig große Flächen auf, die Staubablagerungen begünstigten. Diese Staube wurden bei Inbetriebsetzung der Kraftübertragungsmittel aufgewirbelt und konnten durch die u. U. gleichfalls ermöglichten Funken, die durch Entladung statisch erzeugter Elektrizität entstanden, gezündet werden.

Um diese Übelstände zu vermeiden, ist man in neuerer Zeit mehr und mehr dazu übergegangen, die für den Betrieb innerhalb der gefährdeten Räume benötigten elektrischen Anlageteile in diesen Räumen selbst unterzubringen.

Die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben geschah bisher nach § 35 von VDE 0100/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.", sowie nach § 20 und 26 von VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2."

Die genannten Bestimmungen haben sich als nicht genügend eindeutig und ausführlich erwiesen. Der Ausschuß für Explosionsschutz hat daher auf Wunsch der Aufsichtsbehörden, der Berufsgenossenschaften und der Verbraucher neue, eindeutige und ausführliche Bestimmungen geschaffen.

Diese werden abweichend von der bisherigen Gepflogenheit des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, neu entwickelte Bestimmungen in Form von Leitsätzen aufzustellen, als Vorschriften herausgegeben. In Zukunft sollen VDE-Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen stets nur als Vorschriften herausgegeben werden.

a) Sicherheitsgrad: Bei der Ausarbeitung der Vorschriften wurde davon ausgegangen, daß eine Zündung der später genannten explosiblen Stoffe bereits durch außerordentlich geringe Energiemengen möglich ist und die Auswirkung einer derartigen Explosion sehr weitreichend sein kann.

Die Bestimmungen tragen Betriebsverhältnissen Rechnung, wie sie in der Mehrzahl der gefährdeten Räume in Sprengstoffbetrieben vorliegen. Sie sind so gewählt, daß unter den üblichen Umständen ein ausreichend hoher Grad von Sicherheit gegen die Einleitung von Explosionen durch elektrische Anlageteile gewährleistet wird.

Für gänzlich aus dem normalen Rahmen fallende Betriebsbedingungen oder Sicherheitsanforderungen sind jeweils besondere Bestimmungen zu treffen.

b) Vorbemerkung: Eine genügend genaue Abgrenzung für die Anwendung dieser Bestimmungen, die Notwendigkeit verschärfter oder die Zulässigkeit erleichterter Bedingungen ist im Rahmen dieser Vorschriften nicht möglich. Um in allen Fällen einen genügend hohen Grad von Sicherheit anzustreben, wird bestimmt, daß die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben stets der Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde und der Berufsgenossenschaft bedarf.

c) Geltungsbereich: Die Vorschriften gelten für die Errichtung elektrischer Anlagen in den unter „Begriffserklärungen" definierten gefährdeten Räumen von Sprengstoffabriken.

Sie müssen jedoch durch VDE 0165/1935 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" zweckentsprechend ergänzt werden, wenn sich in den gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben außerdem nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen Gase, Dämpfe oder Staube, die untereinander oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden, in gefahrdrohender Menge ansammeln können. Im Zweifelsfalle gilt stets die weitergehende Bestimmung.

Die Vorschriften gelten bei sinngemäßer Anwendung auch für die Errichtung elektrischer Anlagen in Räumen, in denen für sich explosible Staube entstehen können, die aber nicht gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben sind

Trotzdem der Gefahrengrad in diesen Räumen sowie die Auswirkung von Explosionen gegenüber gefährdeten Räumen in Sprengstoffbetrieben im allgemeinen erleichternde Bestimmungen zulassen würden, sind besondere Vorschriften wegen der nur geringfügigen Unterschiede zwecklos. Sinngemäße Erleichterungen dürften den Verhältnissen ausreichend gerecht werden.

d) Begriffserklärungen: Als gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben gelten:

1. Räume oder sonstige Stellen, in oder an denen Sprengstoffe (Sprengmittel, Schießmittel, Zündmittel, Feuerwerkskörper usw.) hergestellt, be- oder verarbeitet oder gelagert werden.
2. benachbarte Räume, die mit den unter 1. genannten Räumen dauernd oder zeitweise, z. B. durch Türen,

Fenster, Mauerdurchbrüche und Kanäle in Verbindung stehen oder gebracht werden können, wenn in den unter 1. genannten Räumen Staube, Sublimate oder Dämpfe von explosiblen Stoffen auftreten.

e) Allgemeine Bestimmungen: Die Zündung explosibler Stoffe durch elektrische Anlageteile ist vorwiegend nur durch ihre Temperatur oder durch Funken oder Lichtbogen möglich. Dementsprechend muß zur Erreichung eines genügend hohen Grades von Sicherheit gegen die Einleitung von Explosionen durch elektrische Anlageteile gefordert werden, daß die elektrische Anlage nicht nur den sonstigen Bestimmungen des VDE entspricht, sondern darüber hinaus wie folgt ausgeführt ist:

1. Die betriebsmäßige Höchsttemperatur von Anlageteilen muß durch ausreichende Bemessung oder selbsttätige Begrenzung stets genügend weit unter der Zünd- oder Zersetzungstemperatur des explosiblen Stoffes liegen.

   Leider ist es im Rahmen dieser Bestimmungen nicht möglich, allgemein gültige qualitative Angaben über die Höhe der zulässigen Temperatur für elektrische Anlageteile zu machen. Die Entzündungs- oder Zersetzungstemperaturen der explosiblen Stoffe sind sehr unterschiedlich und in starkem Maße von Betriebsumständen abhängig.

2. Anlageteile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, müssen zweckentsprechend explosionsgeschützt sein.

   Die Bauart derartiger Anlageteile muß gewährleisten, daß die jeweils vorliegenden explosiblen Stoffe mit den betriebsmäßig Funken gebenden Stellen nicht in Berührung kommen können. Außerdem dürfen diese Stellen nur mit Hilfe von Werkzeugen freizulegen sein.

3. Anlageteile, an denen Funken betriebsmäßig nicht auftreten, müssen so gebaut, bemessen und angeordnet sein, daß ein Schadhaftwerden der Anlageteile oder ihre Beschädigung von außen, die Funkenbildung zur Folge haben, möglichst verhindert ist.

   Der geeignetste Schutz ist die dem Verwendungszweck entsprechende Bauart und die ausreichende Bemessung der Anlageteile. Kann durch die genannten Maßnahmen sowie einen genügend Sicherheit gewährenden Einbau der Anlageteile eine praktisch ausreichende Gewähr für die Vermeidung von Schäden nicht erreicht werden, sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen.

f) Einzelbestimmungen:

I. Allgemeine Maßnahmen: Die in § 5 aufgeführten allgemeinen Maßnahmen sind Ausführungsbestimmungen zu § 4. Sie stellen jedoch nicht die Erfüllung sämtlicher grundsätzlicher Bestimmungen dar.

1. Die Zuleitungen zu elektrischen Anlagen in gefährdeten Räumen müssen von nicht gefährdeten Räumen oder Stellen aus allpolig abschaltbar sein.

   Durch diese Maßnahme soll erreicht werden, daß bei einer Gefahr die gesamte elektrische Anlage in dem jeweilig gefährdeten Raum schnell und sicher spannungslos gemacht werden kann.

2. Elektrische Anlageteile müssen so gebaut oder angeordnet sein, daß ein Eindringen explosibler Stoffe verhindert, eine Ablagerung auf den Oberflächen auf ein Mindestmaß beschränkt wird und eine leichte Reinigung möglich ist.

3. Elektrische Anlageteile müssen auch außerhalb der gefährdeten Räume an Stellen, an denen sie Beschädigungen ausgesetzt sind, besonders geschützt werden.

   Hierbei handelt es sich in erster Linie um einen besonders gut ausgebildeten Schutz gegen mechanische Beschädigungen, um unbeabsichtigte Betriebsunterbrechungen in dem jeweils gefährdeten Raum sowie Funken oder Lichtbogen in seiner Nähe zu vermeiden.

4. Meßgeräte, Signal- und Fernmeldeanlagen sind auf das für eine gesicherte Betriebsführung notwendige Ausmaß zu beschränken.

   Die Beschränkung bezieht sich auf die Gattung und die jeweilige Anzahl der Geräte. Das für eine gesicherte Betriebsführung notwendige Maß muß von Fall zu Fall abgeschätzt werden.

5. Verteileranlagen, Transformatoren, Schmelzsicherungen und Steckvorrichtungen dürfen in den gefährdeten Räumen nicht angebracht werden.

   Trotzdem Verteileranlagen, Transformatoren und entsprechend gekapselte Schmelzsicherungen keine eigentliche Gefahrenquelle bilden, sollen sie nur außerhalb der gefährdeten Räume angebracht werden. Sie sind im Raum selbst nicht betriebsnotwendig, wie z. B. im Motor, und bieten überflüssige Staubablagerungsflächen. Für das Verbot der Steckvorrichtungen war maßgebend, daß ein Eindringen von explosiblen Stauben in die Geräte nicht mit genügender Sicherheit verhindert werden kann.

6. Verbindungen spannungführender Teile dürfen nur durch gesicherte Verschraubung, Lötung oder Schweißung hergestellt werden.

   Der gesicherten Verschraubung ist unter sonst gleichen Bedingungen der Vorzug zu geben. Sie ist jederzeit ausführbar, während eine Lötung oder Schweißung in den gefährdeten Räumen nur bei Betriebsstillständen statthaft ist.

7. Werkstoffe für Dichtungen, Schutzhüllen u. dgl., die den Angriffen von Flüssigkeiten oder Dämpfen ausgesetzt sind, müssen so beschaffen oder geschützt sein, daß sie keine ihre Wirkungsweise schädigenden Veränderungen erleiden können.

8. Gummischlauchleitungen für bewegliche und ortsveränderliche Geräte müssen so verlegt werden, daß sie gegen mechanische und chemische Angriffe den größtmöglichen Schutz haben.

   Insbesondere muß verhindert werden, daß die zur Zeit noch handelsüblichen chemisch nicht widerstandsfähigen Gummischlauchleitungen mit Öl, Benzin oder sonstigen gummilöslichen Stoffen in Berührung kommen, da der Gummi durch Öl, Benzin usw. zerstört wird. Bei Verwendung von Gummischlauchleitungen mit chemisch festem Gummi genügt dagegen ein ausreichender Schutz gegen mechanische Beschädigungen.

II. Zugelassene Anlageteile: Die in den §§ 6 und 7 genannten Anlageteile können in den gefährdeten Räumen untergebracht werden. Für ihre Auswahl, Bemessung und Anordnung, sowie gegebenenfalls für Schutzmaßnahmen, gelten die Bestimmungen in den §§ 4 und 5.

Außer bei der Ölkapselung für Schalter und Steuergeräte ist die Verwendung von Bauarten mit Sonderschutzart überflüssig oder sogar zu verwerfen. So ist z. B. die druckfeste Kapselung für betriebsmäßig funkengebende Teile in den gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben ungeeignet. Diese Kapselung ist nicht abgedichtet, so daß ein Eindringen explosibler Stoffe nicht ausgeschlossen ist. Außerdem dürfte es nicht möglich sein, Kapselungen zu bauen, die den Drucken, die bei Sprengstoffexplosionen auftreten, standhalten.

§ 6 enthält die Zusammenstellung der für ortsfeste Verwendung zugelassenen Anlageteile. Es sind die Bauarten und wo dies nicht möglich ist, die Faktoren angegeben, die bei der Auswahl der Anlageteile besondere Beachtung erfordern.

In § 7 sind die Anlageteile für ortsveränderliche Verwendung in gefährdeten Räumen genannt, deren Zulassung der Kommission aus Gründen der Betriebsicherheit zweckmäßig erschien.

Das Boberkraftwerk der Märkischen Elektricitätswerk AG.

Von Generaldirektor G. Warrelmann VDE, Berlin.

621. 311. 21

Übersicht. Nach grundlegenden Ausführungen über Wasserkräfte allgemein wird eine Beschreibung der wasserbaulichen Anlagen und der elektrischen Einrichtungen des Spitzenkraftwerkes Deichow und des Laufwerkes Crossen gegeben[1]). Die Zusammenarbeit mit den anderen Kraftwerken der Märkischen Elektricitätswerk AG. wird dargelegt.

Grundsätzliches über Wasserkräfte.

In Ländern, die über zahlreiche Flußläufe mit großer Wasserführung bei hohem Gefälle verfügen, bilden Wasserkräfte in der Regel die Grundlagen einer hochentwickelten Energie- und Elektrizitätswirtschaft. In Deutschland sind bei dem vorherrschenden Flachlandcharakter die Vorbedingungen für eine umfangreiche und billige Wasserkraftnutzung leider erheblich ungünstiger als in diesen Ländern. Infolgedessen hat die Energiegewinnung in den zur Zeit in Deutschland ausgebauten Wasserkraftanlagen in Höhe von etwa 4,5 Mrd kWh jährlich nur einen Anteil von 0,5 % an der Wasserkraftgewinnung der Welt und einen Anteil von etwa 15 % an der Deckung des deutschen Bedarfes an elektrischer Energie.

Dieser offensichtliche Mangel braucht glücklicherweise heute noch nicht als energiewirtschaftliche Unterlegenheit Deutschlands gegenüber wasserkraftreichen Ländern gewertet zu werden. Solange Deutschland im Gegensatz zu diesen Ländern über billige Braunkohlen verfügt, die an ihren Gewinnungsstätten in hochwertigen Großkraftwerken für die Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden, kann Deutschland in bezug auf Gestehungskosten elektrischer Energie sogar mit vielen in der Nachkriegszeit errichteten Wasserkraftanlagen des Auslandes in erfolgreichen Wettbewerb treten.

Auf die Dauer kann diese Wettbewerbsfähigkeit leider nicht aufrechterhalten werden, denn ausgebaute Wasserkräfte werden infolge zunehmender finanzieller Entlastung mit der Zeit immer billiger, während Braunkohlen infolge steigender Abbauschwierigkeiten wahrscheinlich mit der Zeit teurer werden.

Schon aus diesem Gesichtspunkte heraus ist es angezeigt, dem Ausbau von Wasserkräften rechtzeitig das erforderliche Interesse entgegenzubringen, zumal sie den unbestrittenen Vorteil haben, daß sie ihren Betriebsstoff im ewigen Kreislauf der Natur stetig erneuern und nicht aufzehren und verbrauchen, wie dieses bei Wärmekraftwerken der Fall ist. Selbstverständlich können die Rücksichten auf die Erschöpfung unserer Brennstoffvorräte heute noch nicht für den baldigen Ausbau von Wasserkräften entscheidend sein, denn nach den neuesten Feststellungen reichen die Vorräte an leicht und billig gewinnbaren Braunkohlen für 175 Jahre, an Braunkohlen überhaupt für 350 Jahre, an leicht gewinnbarer Steinkohle für 600 Jahre, an Steinkohle überhaupt für mehr als 1000 Jahre. Darüber hinaus besteht die Wahrscheinlichkeit ihrer Ergänzung durch neue Funde.

Wenngleich auch hiernach keinerlei begründeter Anlaß vorliegt, bereits heute um die Erschöpfung unserer Kohlenvorräte besorgt zu sein, so ist dennoch weitgehende Schonung dieser für Deutschland wichtigen Bodenschätze grundsätzlich geboten.

Daher ist der Ausbau von Wasserkräften, selbst wenn diese in der Anlaufzeit gegenüber hochwertigen Wärmekraftwerken nicht wettbewerbsfähig sind, volkswirtschaftlich berechtigt, wenn die Opfer, die zugunsten der Wasserkraftnutzung gebracht werden müssen, die Erfüllung der Gegenwartsaufgaben der Energiewirtschaft nicht unzulässig erschweren und einen Ausgleich in der Förderung der Gesamtwirtschaft finden.

Abb. 1. Boberkraftwerk. Längenprofil der Gesamtanlage.

Diese Voraussetzungen liegen in Norddeutschland und insbesondere im MEW-Gebiet nur in besonders günstig gelagerten Fällen vor. So zeigt ein Vergleich zwischen der Schweiz und dem MEW-Gebiet, wie grundverschieden die Wettbewerbsverhältnisse der Wasserkraft und Wärmekraft in diesen beiden Gebieten liegen. Während die Schweiz für die Erzeugung von Wärmekraft teure Brennstoffe einführen muß, verfügt sie bei der topographischen Gestalt ihres Gebietes über zahlreiche Wasserläufe, die dank der hohen Gefälle schon bei geringen Wassermengen Energiequellen von hoher Leistung und großem Arbeitsvermögen darstellen, die sich mit verhältnismäßig geringen Kosten fassen und verwerten lassen. Im Versorgungsgebiet des MEW, das an Ausdehnung das Gebiet der Schweiz um mehr als das Doppelte übertrifft, liegen die Verhältnisse umgekehrt. Hier bestehen durch das Vorhandensein billiger Braunkohle für die Gewinnung billiger Wärmekraft besonders günstige Verhältnisse, während für die Gewinnung billiger Wasserkraft in der Regel die wichtigsten Voraussetzungen fehlen. Zwar besteht in dem umfangreichen Gebiet kein Mangel an Wasser und an Flußläufen mit zum Teil beachtlicher Wasserführung; ungenügend ist jedoch meistens das für eine vorteilhafte Wasserkraftnutzung erforderliche Gefälle. Infolgedessen steht der für den Ausbau erforderliche Aufwand meistens in einem wirtschaftlichen Mißverhältnis zu dem erzielbaren Energiegewinn.

Trotz dieser wenig ermutigenden Bedingungen fehlt es nicht an Bestrebungen, die im Versorgungsgebiet vorhandenen Wasserläufe für die Kraftgewinnung zu nutzen. Sie führten dazu, daß das MEW vom Jahre 1916 an, seine inzwischen angegliederten Unternehmungen in Mecklenburg, Grenzmark und Pommern zum Teil schon in der

---

[1]) Vortrag, gehalten am 30. 4. 1936 in der Fachgruppe „Elektrizitätswerke und Unterwerke" des VDE Gau Berlin-Brandenburg.

Vorkriegszeit, den Bau von mittleren und kleinen Wasserkräften vorbereitete und zum größten Teil durchführte. Bereits heute verfügt das MEW über 22 mittlere und kleine Wasserkräfte mit einer installierten Leistung von 27 000 kW und einer durchschnittlichen Jahres-Stromerzeugung von rd. 71 Mill kWh. An der Deckung des Gesamtbedarfs des MEW hatten diese Anlagen im Jahre 1935 allerdings nur den bescheidenen Anteil von 7,15 %.

Die wirtschaftlichen Schwierigkeiten, die dem Ausbau von Wasserkräften im Flachland entgegenstehen, sind — wie bereits angedeutet — durch das verhältnismäßig geringe Gefälle und durch die Unregelmäßigkeit der Wasserführung begründet. Die einfachste Ausführungsform von Wasserkräften, nämlich die Unterteilung eines Flußlaufes in Staustufen bei unmittelbarem Einbau der Kraftanlagen in die Wehre, führt zu zahlreichen kleinen und damit verhältnismäßig teuer zu erstellenden und zu betreibenden Anlagen. Bei dieser Anordnung fällt die erzeugte Energie meistens so unregelmäßig an, daß nicht selten die Darbietung der Kraft am geringsten, wenn der Bedarf am größten ist. Der Wert der aus solchen Anlagen gelieferten Arbeit beschränkt sich in der Regel auf den Wert der durch die Wasserkraft gesparten zusätzlichen Brennstoffe.

Erst durch die sichere Darbietung der erforderlichen Leistung zur Zeit des Höchstbedarfs erreicht die Wasserkraftenergie den Wert der Wärmekraft mit ihrer stets einsatzbereiten Höchstleistung. Diese für eine Wasserkraftnutzung wichtige Voraussetzung besteht im Flachlandgebiet im allgemeinen nur dort, wo Flüsse ein hohes Gefälle haben, das bei gewundenem Flußlauf durch einen Werkkanal mit erträglichem Aufwand zusammengefaßt und wo die schwankende Wasserführung durch Speicherbecken ausgeglichen werden kann.

Eine solche Möglichkeit bietet der Bober. Im Herbst 1933 beschloß das MEW, die Boberkraft auszubauen und unverzüglich mit der Ausführung zu beginnen. Im folgenden will ich die im Bau befindlichen Anlagen, deren Fertigstellung in den wesentlichsten Teilen Ende dieses Jahres erwartet werden kann, näher erläutern:

Der Bober. Der Bober entspringt am Nordabhange des Riesengebirges und mündet bei Crossen, etwa 50 km südöstlich vom Großkraftwerk Finkenheerd in die Oder. In seinem Oberlauf fließt er mit starkem Gefälle zu Tal und entwickelt sich mit seinen zahlreichen Zuflüssen zu einem gefürchteten Wildbach. Nach etwa 100 km Lauf nimmt er bei Sagan den Queiß auf, der in seinem Oberlauf ebenfalls Wildbachcharakter aufweist. Starke periodische Regenfälle, die durch die aufsteigenden Luftmassen am Nordabhange des Riesengebirges ausgelöst werden, führen in Verbindung mit der Bodenundurchlässigkeit des Niederschlagsgebietes zu großen Schwankungen in der Wasserführung dieser beiden Flüsse. Zahlreiche gefahrvolle Überschwemmungen, insbesondere die Hochflut im Jahre 1897, gaben Anlaß zur Erbauung der Talsperren bei Mauer am Bober und Marklissa am Queiß.

Erst durch diese Anlagen konnte die Wasserführung im Unterlauf so ausgeglichen werden, daß sie eine Wasserkraftnutzung ermöglicht. Immerhin sind die Schwankungen auch trotz der Talsperren nicht unerheblich, denn die mittlere Wasserführung von etwa 45 m³/s geht in trockenen Jahren bis auf 13 m³/s zurück, um bei Hochwasser bis auf 1500 m³/s anzusteigen.

Der Bober hat in seinem Unterlauf auf der rd. 44,5 km langen Strecke kurz unterhalb Christianstadt bis 2,75 km vor seiner Einmündung in die Oder ein Gefälle von 33 m, d. h. rd. 0,75 m/km.

Ausnutzung des Gefälles. Das Gesamtgefälle soll durch einen Werkgraben so zusammengefaßt werden, daß es in einem Speicherwerk bei Deichow je nach der Wasserentnahme und Wasserführung mit 29,50 bis herab zu 23,85 m und in einem 5 km unterhalb gelegenen Ausgleichwerk mit 5,50 bis herab zu 2,75 m ausgenutzt werden kann (Abb. 1). Ein Speicherbecken, in das der Werkgraben mündet, soll das Hauptkraftwerk möglichst unabhängig von der stark schwankenden Wasserführung des Bobers machen und selbst bei schwächster Wasserführung das Hauptwerk zur Höchstleistung für einige Tagesstunden befähigen.

Stauanlage und Werkkanal.

Zur Durchführung dieses Planes wird der Bober 5,5 km unterhalb Christianstadt bei dem Dorfe Kriebau durch ein bewegliches Wehr um 5,9 m bis auf 73,30 m über N. N. aufgestaut. Dieser Stau bedingte eine zusätzliche Eindeichung des Bobers im Staubereich, eine wasserseitige Dichtung der Dämme durch 15 cm starke Betonschalen mit anschließendem 20 m breitem Betonteppich. Die Ortschaft Zeschau wurde kanalisiert, um ein Überfluten der unter dem zukünftigen Stau liegenden Keller und Geländeteile durch Sickerwasser zu verhindern. Eine bei Zeschau über den Bober führende Holzbrücke mußte durch eine Betonbrücke von 166 m Länge ersetzt werden. Der Stauinhalt des Beckens beträgt 2 380 000 m³. Im Bedarfsfalle kann er bei Absenkung um 1,30 m mit 1 140 000 m³ genutzt werden.

Abb. 2. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Wasserschloß, Rohrbahn, Krafthaus, Untergraben und Freiluftschaltanlage.

Das Wehr Kriebau hat 3 Durchflußöffnungen von je 24 m lichter Weite, die durch Dreigurt-Rollschützen mit 1,5 m hohen Eisklappen abgeschlossen werden. Der Antrieb geschieht elektrisch und auch von Hand.

Unmittelbar neben dem Wehr ist das Einlaufbauwerk für den Werkkanal angeordnet, das mit drei Schützen von je 6 m Breite für 5,8 m Stauhöhe ausgerüstet ist. Ein Grobrechen von 84 m Breite hält grobe Fremdkörper vom Kanaleinlauf zurück.

Im Anschluß an das Einlaufwerk beginnt der 20,4 km lange Werkkanal, der sich als Hangkanal dem Gelände des linken Boberufers anschmiegt und zum Teil im Einschnitt, stellenweise im Auftrag geführt wird. Der Kanal ist für eine Wasserführung von 100 m³/s bemessen. Der Werkkanal mündet bei Deichow in das Speicherbecken und endet mit einem Abschlußbauwerk, das gleichzeitig als achte Feldwegbrücke dient. Durch drei elektrisch angetriebene Rollschützen von je 5 m lichter Weite kann der Werkkanal vom Speicherbecken abgesperrt werden.

Speicherbecken und Spitzenkanal.

Das Speicherbecken erhält einen Gesamtinhalt von rd. 4 Mill m³, von denen normal 3,6 Mill m³ ausgenutzt werden sollen.

Während die Zuleitung zum Speicherbecken durch den Werkkanal mit einer Wasserführung bis zu 100 m³/s erfolgt, wird der Kanal für die Entnahme des Wassers

aus dem Speicherbecken für eine Wasserführung bis maximal 330 m³/s eingerichtet, um selbst bei niedrigstem Stau des Beckens kurzzeitig Leistungen bis zu 68 000 kW, bei hohem Stau sogar bis zu 72 000 kW aus dem Speicherbecken entnehmen zu können, d. h. Wassermengen, die die mittlere Wasserführung des Bobers von 45 m³/s um mehr als das Siebenfache übertreffen.

Wasserschloß und Rohrbahn.

Abgeschlossen wird der Kanal durch das Wasserschloß (Abb. 2). Feinrechen an der Wasserseite des Wasserschlosses haben dafür zu sorgen, daß Fremdkörper zurückgehalten werden, während drei Rollschützen von je 8 m lichter Weite und 7,8 m Durchflußhöhe zum Abschluß der abgehenden drei Rohre dienen. Diese Schützen werden mit Öldruck betätigt, können aber auch im Gefahrfalle durch eine Freifallvorrichtung, die im Krafthaus ausgelöst wird, geschlossen werden.

Abb. 3. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Wasserschloß, Rohrbahn und Krafthaus; Schnitt.

Drei Druckrohrleitungen von je 6,4 m Dmr. und 56 m Länge führen das Betriebswasser vom Wasserschloß zu den drei Hauptturbinen (Abb. 3). Die beiden äußeren Rohre sind mit Stutzen für den Anschluß von Pumpen versehen.

Krafthausanordnung.

Der ursprüngliche Plan sah die Gewinnung einer Spitzenleistung von 66 000 kW und den Einbau von vier Francis-Turbinen von je 16 500 kW bei mittlerem Gefälle vor. Ausgeführt wird das Werk Deichow für eine Spitzenleistung von 70 000 kW bei mittlerem Gefälle, die von drei Kaplan-Turbinen von je 24 000 kW Leistung bei hohem Gefälle dargeboten werden soll (Abb. 4). Diese Planänderung ermöglichte eine wesentlich billigere Ausführung und höhere Betriebswirkungsgrade.

Abb. 4. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Krafthaus und Schaltanlage; Grundriß.

Kaplan-Turbinen dieser Leistung (35 000 PS bei 29,50 m Gefälle) gehören zu den größten ihrer Art. Vor fünf Jahren wagte man wegen der mit steigendem Gefälle zunehmenden Kavitationsgefahr noch nicht, sie für Gefälle von mehr als 20 m anzuwenden. Neuere Forschungsergebnisse haben ihre Anwendbarkeit unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßnahmen bis zu dem beim Spitzenwerk vorhandenen Gefälle erwiesen (Abb. 5).

Abb. 5. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Krafthaus mit Turbine und Generator; Schnitt (zwei, im Vollausbau drei Maschinensätze).

Im Wesen der Kaplan-Turbinen liegt es begründet, daß ein erheblicher Teil des Gefälles nach dem Durchströmen des Laufrades noch in Form von kinetischer Energie vorhanden ist. Diese möglichst zurückzugewinnen, d. h. in Druck umzusetzen, ist Aufgabe der Saugrohre, deren Gestaltung für jede Propeller-Turbinenanlage von grundlegender Bedeutung ist.

Durch die Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck entsteht hinter dem Laufrad ein Unterdruck, der um so größer ist, je mehr kinetische Energie hinter dem Laufrad noch vorhanden ist und je besser das Saugrohr die Umsetzung im Interesse eines hohen Gesamtwirkungsgrades vollzieht. Mit der Höhe dieses durch die dynamische Wirkung erzielten Unterdruckes wächst die Gefahr der Kavitation, und zwar um so mehr, als bei einer Lage des Laufrades über dem Unterwasserspiegel dieser Unterdruck durch die statische Saughöhe noch vermehrt wird. Bei hohem Gefälle muß dieser zusätzliche statische Unterdruck unter allen Umständen vermieden und möglichst durch Gegendruck ersetzt werden, den man durch Anordnung des Laufrades unterhalb des Unterwasserspiegels erreicht. Beim Kraftwerk Deichow wurden aus diesem Grunde die Laufräder 3,75 m unterhalb des niedrigsten Unterwasserspiegels angeordnet. Hierdurch wurden die Gründungstiefe und die Höhenlage des Hauptkraftwerkes bestimmt.

Das Krafthaus wird nicht nur mit Turbinen zur Kraftgewinnung ausgerüstet, sondern auch mit Pumpen, die zu Zeiten geringer Belastung und geringer Wasserführung des Bobers Wasser aus dem Unterwasser in das Speicherbecken heben. Beim endgültigen Ausbau werden vier Pumpen von je 5000 kW Leistungsaufnahme aufgestellt.

In der ersten Ausbaustufe werden zwei Hauptturbinen und zwei Pumpensätze mit ihren zugehörigen elektrischen Einrichtungen aufgestellt.

Turbinen.

Wie bereits erwähnt, sind die Turbinen für eine Leistung von maximal 35 000 PS bemessen. Normalerweise wird diese Leistung mit etwa 34 000 PS bei gefülltem Speicher und abgesenktem Ausgleichbecken, mit 32 000 PS bei niedrigstem Speicherwasserstand und höchstem Stauziel im Ausgleichbecken ausgenutzt (Abb. 6).

Angestrebt wurde eine möglichst hohe Drehzahl der Hauptmaschinen, um Abmessungen und Kosten von Tur-

binen und Generatoren gering zu halten. Diese Bestrebungen waren begrenzt durch die gleichzeitige Forderung möglichst hoher Wirkungsgrade. Aus diesen widerstreitenden Bedingungen ergab sich für die geforderte Leistung als günstigster Wert für die Hauptturbinen eine Drehzahl von 187,5 U/min.

Kaplan-Turbine 188 U/min:

$H_{n_{max}}$ = 29,8 m; Q = 84,5 m³/s; N = 35 500 PS

$H_{n_{mittel}}$ = 25,8 m; Q = 100 m³/s; N = 32 700 PS

$H_{n_{min}}$ = 23,5 m; Q = 111 m³/s; N = 32 000 PS

Synchrongenerator:

27 500 kVA, 10,5 kV, 188 U/min, $\cos\varphi = 0{,}8$

Abb. 6. Boberkraftwerk. Generator und Turbine; Schnitt (zwei, im Vollausbau drei Maschinensätze).

Der wichtigste Teil einer Kaplan-Turbine ist das Laufrad, weil Abmessung und Leistung der drehbaren Schaufeln für Leistung, Wirkung und Wirkungsgrad entscheidend sind. Hochwertiger Schaufelbaustoff muß Gewähr dafür bieten, daß die bei etwaigem Durchbrennen der Maschinen auftretenden Fliehkräfte mit Sicherheit aufgenommen werden und die Abnutzung durch Kavitation, soweit diese in den Grenzgebieten der Kavitationsgefahr nicht vollständig unterdrückt werden kann, in erträglichen Grenzen bleibt.

Als Baustoff für die Schaufeln wird für die beiden zuerst zur Aufstellung kommenden Turbinen bei der einen hochwertiger Nickelstahl, bei der anderen nickelhaltiger Stahlguß verwendet, der an den besonders gefährdeten Stellen durch aufgeschweißte Bleche aus hochwertigem, nicht rostenden V_2A-Stahl bewehrt wird.

Die Turbinen erhalten bei der einen Konstruktion 7, bei der anderen 6 Flügel. Die Wellen der Turbinenläufer sind mit den zugehörigen Generatorläufern durch Flanschen fest verbunden und bilden mit diesen eine Einheit. Der zur Turbine gehörige Wellenteil wird durch ein Halslager geführt, das so ausgebildet ist, daß bei etwaiger Aufwärtsbewegung der Welle, die bei plötzlichem Lastverlust möglich ist, der Hub eng begrenzt wird. Das Leitrad, das den inneren Abschluß des Spiralgehäuses bildet, erhält eine außen liegende Regelung. Besonderer Wert ist auf die Dichthaltung der geschlossenen Leitradschaufeln gelegt, damit in den Zeiten des Stillstandes der Turbine die Wasserverluste auch dann möglichst gering bleiben, wenn im Interesse hoher Betriebsbereitschaft auf eine Absperrung der Druckrohrleitungen verzichtet werden muß.

Regelung.

Die Regelung von Lauf- und Leitrad erfolgt durch Öldruckregler. Durch eine sinnreiche Abstimmung zwischen Lauf- und Leitradregelung wird nicht nur je nach Gefälle und Belastung der günstigste Wirkungsgrad erzielt, sondern gleichzeitig die Durchbrenn-Drehzahl beeinflußt und unter Zuhilfenahme einer Belüftungseinrichtung Sorge dafür getragen, daß bei plötzlicher Entlastung das etwas angehobene Laufwerk nicht plötzlich heruntergezogen wird. Es besteht an sich die Gefahr, daß bei plötzlichen Entlastungen das im Unterwasser arbeitende Laufrad sich im Wasser hochschraubt, um kurz darauf infolge der Saugwirkung des Saugschlauchs mit großer Gewalt heruntergezogen zu werden.

Der Wirkungsgrad wurde bei zwei Dritteln der Vollast mit 92,5 % gewährleistet. Er fällt im weiten Belastungsbereich nur mäßig ab und soll sowohl bei Vollast als auch bei 40 % der Vollast 91 % nicht unterschreiten. Bei ein Viertel der Vollast soll er noch 83,5 % betragen.

Generatoren.

Die mit den Turbinenläufern unmittelbar gekuppelten Generatoren sind für eine Leistung von 27 500 kVA und für eine Spannung von 10 500 V bemessen. Jeder Generator ist mit einem Spurlager ausgerüstet, das das gesamte Gewicht seines Induktors, des angekuppelten Turbinenläufers und die nicht unbedeutende hydraulische Last aufzunehmen hat. Außerdem erhält jeder Generator zur Führung der Welle oberhalb der Kuppelflanschen ein Halslager.

Der höchsten Turbinenleistung von 34 000 PS entspricht eine Generatorenbelastung von 24 000 kW entsprechend einem Leistungsfaktor von $\cos\varphi = 0{,}875$. Da der Leistungsfaktor im MEW-Hochvoltnetz zu allen Zeiten über 0,9 liegt, sind die Generatoren reichlich bemessen. Die Erregung der Generatoren erfolgt durch unmittelbar gekuppelte Erregermaschinen.

Die Wirkungsgrade der Generatoren sind gewährleistet

bei Vollast	und	$\cos\varphi = 0{,}8$	mit	96,5 %
„ Vollast	„	$\cos\varphi = 1$	„	97,4 %
„ Halblast	„	$\cos\varphi = 0{,}8$	„	95,1 %
„ Halblast	„	$\cos\varphi = 1$	„	96,1 %
„ Viertellast	„	$\cos\varphi = 0{,}8$	„	91,7 %
„ Viertellast	„	$\cos\varphi = 1$	„	93,0 %

Speicherpumpen.

Der nutzbare Energiegehalt des gefüllten Speicherbeckens beträgt rd. 205 000 kWh, so daß die mittlere Höchstleistung in Höhe von 70 000 kW praktisch 3 h lang

Abb. 7. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Krafthaus mit Pumpe und Motor; Schnitt (ein, im Vollausbau vier Pumpensätze).

allein aus dem Speicherbecken gedeckt werden kann ohne Berücksichtigung der während der Speicherentleerung noch zufließenden Wassermengen. Zur Wiederauffüllung des Beckens in 24 h sind etwa 41,7 m³/s notwendig. An 175 Tagen im Jahre steht ein natürlicher Zufluß in dieser Höhe bis herauf zu 100 m³/s zur Verfügung, so daß in

dieser Zeit die tägliche Betriebsdauer der mittleren Höchstleistung im Bereiche von 3 bis 7 h liegt. Bei einer Wasserführung von weniger als 41,7 m^3/s geht die Ausnutzungsdauer der mittleren Höchstleistung entsprechend zurück, und zwar bei einer Mindestwasserführung von 13 m^3/s auf 0,985 h.

Selbstverständlich kann die Betriebsdauer bei entsprechender Herabsetzung der Leistung bei allen Zuflußmengen entsprechend verlängert werden, doch liegt die Hauptaufgabe des Boberwerkes in der Erzeugung von Spitzenenergie, d. h. von Energie, die kurzzeitig bei hoher Leistung benötigt wird.

Um die Anlage hierzu auch bei geringer Wasserführung des Bobers über das Maß des natürlichen Zuflusses hinaus zu befähigen und um gleichzeitig die Belastungskurve des Hauptkraftwerkes Finkenheerd zu verbessern, wird sie — wie bereits erwähnt — mit Pumpen ausgerüstet, die das Wasser im Bedarfsfall aus dem Unterwasserbecken in das Speicherbecken heben (Abb. 7).

Die Pumpen sollen bei einer zwischen 24 und 30 m schwankenden Förderhöhe im Mittel 15,5 m^3/s bei einer mittleren Leistungsaufnahme von 6500 PS bzw. 5000 kW fördern.

Abb. 8. Boberkraftwerk: Wehr und Krafthaus Crossen. Lageplan und Ansicht.

Zunächst werden zwei Pumpen aufgestellt, und zwar senkrechte Füllpumpen mit Zentrifugal-Pumpenlaufrad mit einer Drehzahl von 214 U/min. Auf die Verstellbarkeit der Leitschaufeln konnte verzichtet werden, weil die Pumpen nur mit voller Last betrieben werden und die Gefälleschwankungen den Wirkungsgrad nicht so sehr beeinträchtigen, daß eine derartige umfangreichere und damit auch teurere Maschine in Kauf genommen werden mußte. Auf hohen Wirkungsgrad der Pumpen wurde besonderer Wert gelegt, weil er die Wirtschaftlichkeit des Pumpenspeicherbetriebes entscheidend beeinflußt. Der Wirkungsgrad, der optimal mit 89 % gewährleistet ist, geht bei der niedrigsten Förderhöhe auf 88 %, bei der größten Förderhöhe auf 85 % zurück.

Angetrieben werden die Pumpen durch unmittelbar gekuppelte, asynchron anlaufende Synchronmotoren von 6500 PS, für die bei Erregung auf $\cos\varphi = 1$ ein Wirkungsgrad von 96,2 % gewährleistet wurde, der praktisch für den ganzen Betriebsbereich gelten kann, weil die bei mittlerer Förderhöhe sich einstellende Höchstbelastung im Bereiche der niedrigsten Förderhöhe nur um 6 %, bei größter Förderhöhe um 4,5 % abnimmt.

Der Gesamtwirkungsgrad des Pumpensatzes wird im praktischen Betriebe unter Zugrundelegung der Gewährleistungswerte zwischen 81,5 und 85,5 % schwanken und sich wahrscheinlich im Mittel auf 83 % einstellen.

Bereits durch den Einsatz einer Pumpe läßt sich bei 20stündiger Betriebszeit derselben die Vollast-Betriebsdauer um 0,925 h erhöhen, so daß selbst zu Zeiten schlechtester Wasserführung eine Vollast-Betriebsdauer von 1,91 h, bei Einsatz von zwei Pumpen eine Vollast-Betriebsdauer von 2,875 h erreicht werden kann, d. h. praktisch die Zeit, die bei natürlichem Zufluß von 41,7 m^3/s erzielt wird.

Abb. 9. Boberkraftwerk: Krafthaus Crossen, Schnitt (zwei Maschinensätze).

Abgesehen von diesen Sonderfällen soll im allgemeinen nur zu Zeiten niedrigster Belastung, d. h. vorwiegend in der Nacht, gepumpt werden. Ein gleichzeitiger Betrieb von Pumpen und Generatoren kommt selbstverständlich nicht in Frage.

Der dem Verleihungsantrage zugrunde liegende Plan sah drei Pumpen vor, die nach dem Vorbilde reiner Pumpspeicherwerke der Generatorenleistung entsprachen. Man ging dabei von der Annahme aus, daß durch möglichst geradlinige Gestaltung der Belastungskurve nach den Erfahrungen an anderer Stelle der spezifische Brennstoffverbrauch in Finkenheerd um 18 % verringert werden könnte.

Abb. 10. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Schalthaus; Schnitt.

Hierbei wurde übersehen, daß Finkenheerd im Gegensatz zu den Vergleichswerken bereits einen so günstigen Wärmeverbrauch aufweist, daß sich durch Verbesserung der Belastungslinie im theoretischen Idealfall 8 %, praktisch aber kaum 4 % Verbesserungen im Wärmeverbrauch erzielen lassen. Infolgedessen wurde der Plan in der eben geschilderten Weise abgeändert, wodurch in Verbindung mit der Verringerung der Zahl der Hauptmaschinensätze erheblich an Anlagekosten gespart werden konnte.

Die geplante Betriebsweise des Werkes hat zur Folge, daß abgesehen von den im alten Flußbett zu belassenden geringen Wassermengen (etwa 1 bis 3 m^3/s) die Wasser-

mengen bei Deichow zwischen 0 und 330 m^3/s täglich schwanken. Um diese schwankende Wasserführung wieder in eine gleichmäßige zu überführen, wird das untere Speicherbecken notwendig, das die im Spitzenbetrieb durch den Untergraben zufließenden großen Wassermengen zunächst aufnimmt und durch eine Anlage bei Crossen gleichmäßig dem unteren Boberlauf wieder zuführt. Zur Schaffung dieses Bekkens muß der Bober durch ein Wehr 2,75 km oberhalb der Mündung abgesperrt werden. Durch dieses Wehr entsteht die zweite, bereits erwähnte Staustufe mit einem Gefälle zwischen 5,50 und 2,75 m. Zur Ausnutzung dieses Gefälles wurde der linke Flügel des Wehrkörpers zu einem Nebenkraftwerk ausgebaut.

Abb. 11. Boberkraftwerk: Spitzenwerk Deichow. Freiluftschaltanlage; Grundriß.

Wehr Crossen.

Das Wehr Crossen hat zwei Hauptöffnungen mit einer Mittelöffnung (Abb. 8). Die Hauptöffnungen werden durch zwei Dreigurt-Rollschützen von je 35,5 m Breite und für 5,75 m Stauhöhe abgeschlossen, die bei diesen Abmessungen zu den größten dieser Art zählen. Die Mittelöffnung, die in erster Linie für Regelungszwecke vorgesehen ist, hat eine lichte Weite von 5 m bei 5,75 m Stauhöhe. Die Schützen der Hauptöffnung sind mit umlegbaren Eisklappen von 1 m Höhe versehen, die so gestaltet sind, daß das bei Eisgang über die Klappen stürzende Eis die rückwärtige Schützenkonstruktion nicht verletzen kann.

Das Heben und Senken der Wehre erfolgt durch Elektromotoren, doch können diese Bewegungen im Notfall auch durch Hand bei naturgemäß erheblich vergrößertem Zeitaufwand durchgeführt werden.

Laufwerk Crossen.

Das mit dem Wehr verbundene Kraftwerk ist mit zwei Turbinen von je 1200 kW Leistung ausgerüstet (Abb. 9). Im Gegensatz zum Hauptwerk Deichow ist dieses Werk ein Laufwerk, dessen Energielieferung nicht nur mit der natürlichen Wasserführung des Bobers, sondern auch mit dem sich täglich ändernden Gefälle schwankt.

Der Wert der dort gewonnenen Energie ist im Vergleich zu der gesicherten Speicherenergie so gering, daß vom wirtschaftlichen Standpunkt aus die Ausbauwürdigkeit dieser Kraftstufe sogar zweifelhaft erschien. Ich habe mich jedoch aus volkswirtschaftlichen Erwägungen zum Ausbau entschlossen, zumal sich die dort anfallende Energie durch den Pumpbetrieb jederzeit in hochwertige Spitzenenergie verwandeln läßt.

Die Ausführung dieses Werkes erfolgt in einfachster Form. Die beiden dort eingebauten Kaplan-Turbinen von je 2000 PS Höchstleistung arbeiten mit 115 U/min. Sie sind wegen der relativ geringen Drehzahl und Leistung nicht unmittelbar mit den Generatoren gekuppelt, sondern treiben diese über hochwertige Getriebe mit 750 U/min. Hierdurch konnte ohne Einbuße an Wirkungsgrad erheblich an Kosten für die Generatoren, Gebäude, Krananlagen und Anfuhr gespart werden.

Transformatoren und Schaltanlagen.

Die Generatoren im Hauptkraftwerk werden unmittelbar mit Transformatoren gleicher Leistung, in denen die Maschinenspannung auf 110 bzw. 115 kV heraufgesetzt wird, verbunden. Die Transformatoren werden außerhalb des Krafthauses ihren zugehörigen Generatoren gegenüber aufgestellt. Die Verbindung zwischen Generatoren und Transformatoren erfolgt durch Schienen. Von den Hochvoltdurchführungen der Transformatoren führen Freileitungen zu der Freiluft-Schaltanlage, von der eine 110 kV - Doppelleitung nach Finkenheerd zur dortigen Hochvolt-Schaltanlage führt. Zur unmittelbaren Versorgung des 50 kV-Netzes und zum Betrieb der Speicherpumpen und sonstigen Selbstverbrauchsanlagen wird zunächst ein Vierwicklungs-Transformator von 15 000 kVA Primärleistung aufgestellt, dessen 50 kV-Wicklungen für die volle Primärleistung und 10 kV - Wicklungen für je 6000 kVA bemessen sind. Die zweite 10 kV-Wicklung ist eine Ausgleichwicklung, die mit der ersten nicht parallel arbeiten kann und nur für den isolierten Betrieb des zweiten Pumpensatzes genutzt werden soll.

Als Reserve für die 10 kV-Versorgung ist ein auf eine Maschinengruppe umschaltbarer Abzweig von den Verbindungsschienen zwischen den Generatoren und Transformatoren vorgesehen. Außerdem sind die 10 kV-Sammelschienen ständig durch ein Kabel mit dem Laufwerk Crossen verbunden. Letzteres speist über 10/15 kV-Transformatoren unmittelbar das 15 kV-Netz und liefert, soweit die Leistung dort nicht aufgenommen wird, den Strom mit Maschinenspannung nach Deichow.

Abb. 12. Krafthaus Deichow, Beginn der Rohrleitungsmontage. Blick in den fertigen Untergraben mit Feldwegbrücke.

Schaltanlage Deichow.

Die Überwachung der gesamten elektrischen Vorgänge sowie die Betätigung der Schalter erfolgt von einer Warte aus, die in Höhe des Krafthausflurs in einem besonderen Schalthausanbau angeordnet ist (Abb. 10). Ein erkerartiger Ausbau ermöglicht gleichzeitig eine Übersicht der Freiluftanlage, deren wichtigste Leistungs- und Trennschalter durch Druckluft von der Warte aus betätigt werden (Abb. 11).

Um die Einsatz- und Betriebsbereitschaft soweit wie möglich zu erhöhen, soll die Synchronisierung und Parallelschaltung der Hauptgeneratoren selbsttätig erfolgen. Von einer ursprünglich in Aussicht genommenen Fernschaltung und -regelung der Anlage Crossen von der Hauptwarte aus wurde Abstand genommen, weil entgegen dem früheren Plan der Hauptteil der dort erzeugten Energie in das dort benachbarte 15 kV-Netz geliefert wird und auf eine dauernde Besetzung der Anlage wegen der Wehrbedienung ohnehin nicht verzichtet werden konnte.

Die aus beiden Anlagen gewinnbare Arbeit kann im Mittel unter Zugrundelegung von Jahren mittlerer Wasserführung auf rd. 88 Mill kWh geschätzt werden. Von dieser Gesamterzeugung entfallen rd. 80 Mill kWh auf das Speicherwerk, 8 Mill kWh auf das Laufwerk. Die stets kurzzeitig verfügbare Leistung beträgt im Mittel — wie bereits hervorgehoben — rd. 70 000 kW oder rd. 100 000 PS. Mit dieser Leistung dürfte das Boberwerk das größte deutsche Primärwasserkraftwerk nördlich der Linie Regensburg—Karlsruhe sein.

Technisch stellt die Boberkraftanlage eine wertvolle Ergänzung unserer Kraftquellen dar, indem sie mit ihrer stets betriebsbereiten Leistung bis zu 100 000 PS die für

Abb. 13. Krafthaus Deichow. Blick vom Unterwasser gegen das Wasserschloß.

die Stromerzeugung in den Dampfkraftwerken unbequemen Belastungsspitzen auffangen und in Störungsfällen mit hoher Leistung schnell einspringen kann. Beeinträchtigt wird dieser Wert allerdings durch die naturgebundene Lage des Werkes. Während Spitzen- und Reservewerke grundsätzlich die ihnen zugewiesene Aufgabe technisch und wirtschaftlich um so besser erfüllen, je weiter sie in das Hauptverbrauchsgebiet vorgeschoben und dort auf die einzelnen Belastungsschwerpunkte verteilt sind, muß sich das Boberwerk mit einer Lage abfinden, die nicht diesen Grundsätzen entspricht.

Die aus der Lage begründeten Nachteile werden sich wahrscheinlich mit der Zeit verringern. Schon heute ist es möglich, im südöstlichen Teil des Versorgungsgebietes, in dessen Schwerpunkt das Boberwerk liegt, etwa 15 000 kW durch das 50 kV- und 15 kV-Netz unmittelbar abzusetzen, eine Leistung, die sich voraussichtlich ständig vergrößern wird. Lediglich die überschüssige Leistung, die heute allerdings noch 55 000 kW beträgt, muß in nordwestlicher Richtung über die 100 kV-Schaltanlage von Finkenheerd in das 100 kV-Netz ferngeleitet werden. Hierdurch wird die Errichtung und der Betrieb einer rd. 48 km langen 110 kV-Doppelleitung Deichow—Finkenheerd und eine spätere Verstärkung und Ergänzung der von Finkenheerd aus in nordwestlicher Richtung führenden Hochvolt-Leitungen notwendig.

Die weiteren Abbildungen geben über den Umfang der Bauarbeiten ein lebendiges Bild. Die Abb. 12 zeigt das Krafthaus Deichow im Bau, und zwar den Blick in den fertigen Untergraben mit Feldwegbrücke. Die Rohrleitungsmontage hat begonnen. Die Abb. 13 zeigt ebenfalls

Abb. 14. Ansicht vom Unterwasser gegen das Krafthaus Deichow (Hochbau halb ausgemauert).

das Krafthaus Deichow, jedoch vom Unterwasser aus gesehen. Mit der Errichtung des Krafthauses selbst ist soeben begonnen worden. Die nächstfolgende Aufnahme (Abb. 14) ist von derselben Stelle aus, jedoch später aufgenommen. Der Hochbau ist bereits halb ausgemauert. Schließlich zeigt die Abb. 15 das fertige Ausgleichwerk Crossen, und zwar vom Oberwasser aus aufgenommen. Die rechte Seite des Bildes wird von der Wehranlage eingenommen, an der linken Seite ist das Krafthaus zu sehen.

Abb. 15. Ausgleichswerk Crossen. Ansicht der fertigen Wehranlage und des Krafthauses vom Oberwasser.

Meine Ausführungen möchte ich schließen mit dem Wunsche, daß das Werk allen berechtigten Anforderungen und Erwartungen entsprechen und ein nützlicher Faktor in der ostdeutschen Energieversorgung werden möge. Darüber hinaus möge das Werk neben anderen bedeutenden Bauten als Denkmal deutschen Aufbauwillens wirken und stets daran erinnern helfen, daß nur Arbeitsbeschaffung und unerschütterliches Vertrauen zur nationalsozialistischen Staats- und Wirtschaftspolitik Deutschland aus den Tiefen des wirtschaftlichen Elends wieder emporführen konnten.

Funkeinrichtungen auf Schnellbooten der Wasserschutzpolizei Berlin.

621. 396 : 351. 79

Die polizeiliche Überwachung des ausgedehnten Seen- und Wasserstraßengebietes von Groß-Berlin erfordert den ständigen Einsatz von Motorbootstreifen. Es liegt auf der Hand, daß die Wirksamkeit und Schlagfertigkeit dieser Streifen durch eine ständige Funkverbindung mit den Landbefehlsstellen und mit anderen eingesetzten Booten erheblich gesteigert werden kann. Nach längeren Versuchen wurden daher einige Schnellboote mit Funkeinrichtungen ausgestattet, die kurz beschrieben werden sollen. Eins dieser Boote mit Funkgerät wurde auf der Wassersportausstellung Berlin 1936 gezeigt (Abb. 1).

Presse Illustrationen Hoffmann

Abb. 1. Polizeiboot mit Funkgerät.

Der Größe des von den Booten zu befahrenden Gebietes entsprechend wurden Telephoniereichweiten bis zu 30 km gefordert. Die besonderen Verhältnisse zwangen, größten Wert auf geringen Raumbedarf für die Unterbringung der Geräte und auf einfachste Handhabung zu legen. Besonders geschultes Funkpersonal steht nicht zur Verfügung, als Hauptbetriebsart kam also nur Telephonie in Betracht.

Das verwendete Funkgerät ist für Telephonie und tonlose Telegraphie eingerichtet und besteht aus einem zweistufigen quarzlosen 15 W-Kurzwellensender und einem Sechsröhren-Zwischenfrequenzempfänger, die im gleichen Gehäuse untergebracht sind (Abb. 2). Das Sende-Empfangsgerät umfaßt den Wellenbereich von 3000 bis 5000 kHz (100 bis 60 m). Es ist nach dem Einkanalsystem aufgebaut, d. h. Sender und Empfänger werden gemeinsam abgestimmt und haben zwangsläufig gleiche Welle. Die Umschaltung von Senden auf Empfang geschieht während des Betriebes selbsttätig. Dies wird im wesentlichen dadurch bewirkt, daß in den Sprechpausen über Schaltrohr und Relaiseinrichtung die Trägerfrequenz durch eine Sperrspannung unterdrückt wird.

Für die Stromversorgung der Funkanlage erhalten die durch elektrisch entstörte Benzinmotoren angetriebenen Fahrzeuge verstärkte Lichtmaschinen von 300 W und ferner verstärkte Starterbatterien von 140 Ah. Bei stehendem Bootsmotor besitzen die Stationen noch eine Betriebsmöglichkeit für 6 bis 8stündiges Senden. Heiz-, Anoden- und Hilfsspannungen werden durch zwei aus Gründen der Wirtschaftlichkeit für Sender und Empfänger getrennte Maschinenumformer geliefert. Die Funkanlagen arbeiten somit ohne besondere Batterien, wodurch neben einer größeren Betriebssicherheit Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Wartung erreicht wurde.

Nach längeren Erprobungen verschiedener Antennenformen wurde eine Einmast-Vertikalantenne gewählt, die zur Verbesserung der Strahlung durch eine Endkapazität und -selbstinduktion auf die Betriebswelle abgestimmt wird. Der Mast ist teleskopartig aufgebaut und kann vom Innern des Bootes durch einen Bedienungsgriff in der Höhe beliebig eingestellt werden. Seine größte Höhe über dem Wasserspiegel beträgt etwa 4,5 m.

Der Funkbetrieb wickelt sich wie folgt ab: Die Boote fahren mit eingeschalteter Empfangsanlage. Eingehende Anrufe werden über einen permanent-dynamischen Lautsprecher abgehört. Zur Beantwortung des Anrufes oder zur Abgabe eines eigenen Anrufes wird ein Spezialhandapparat (Mikrotelephon) von einem Gabelumschalter abgenommen und hierdurch gleichzeitig der Lautsprecher ab- und der Maschinenumformer für den Sender eingeschaltet. Außer einer gelegentlichen Korrektion der Betriebswelle und einer Betätigung des Empfangslautstärkenreglers ist eine weitere Bedienung nicht erforderlich. Der Verkehr selbst wird als schnelles Wechselsprechen durchgeführt. Jede Sprechpause, die länger währt als etwa 0,3 s, löst bereits die selbsttätige Unterdrückung der Trägerfrequenz

Phot. Techn. Pol.-Schule

Abb. 2. Kurzwellen-Sende- und Empfangsgerät im Boot.

und damit die Empfangsbereitschaft aus. Nach Beendigung des Verkehrs wird durch Auflegen des Handapparates der Umformer für den Sender abgelegt und gleichzeitig der Lautsprecher eingeschaltet.

Bei verhältnismäßig offenem Zwischengelände wurden Telephoniereichweiten von 40 km erzielt. Der Empfang in den Wasserstraßen der Innenstadt wird durch den hier herrschenden hohen Störspiegel naturgemäß stark beeinträchtigt. Die Reichweiten sinken hier bis auf 6 km herab, genügen jedoch bei einiger Geschicklichkeit in der Wahl des Bootsstandortes in den meisten Fällen den praktischen Anforderungen. Als Landstation wurde bisher behelfsmäßig eine den Bootsgeräten entsprechende Anlage von 15 W Leistung verwendet. Um den Empfang in den Booten auch in stärker gestörten Gebieten sicherzustellen, ist beabsichtigt, die Landstation mit einem Sender größerer Leistung (etwa 100 bis 200 W) auszustatten.

A. Samlowski.

Trägerfrequente Rundfunkübertragung über Freileitungen.

Von Hellmut Werrmann, Berlin.

621. 396. 97 : 621. 396. 44

Übersicht. Bei Übermittlung von Rundfunkprogrammen über Freileitungen zeigt es sich, daß die Anforderungen, die an ein hochwertiges Rundfunkübertragungssystem zu stellen sind, vollständig erfüllt werden können, wenn die Übermittlung auf hochfrequentem Wege erfolgt. Damit ergibt sich gleichzeitig der Vorteil, daß die sonst übliche Mehrfachausnutzung der Freileitungen durch die zusätzliche Ausnutzung für Rundfunkübertragungen in keiner Weise beeinträchtigt wird. Im vorliegenden Aufsatz[1]) werden die Anforderungen erörtert, die an ein hochwertiges Rundfunkübertragungssystem zu stellen sind; dann wird die Lösung der sich aus diesen Anforderungen ergebenden Probleme dargestellt.

I. Anforderungen an ein Rundfunkübertragungssystem.

1. Hörbereich des menschlichen Ohres.

An ein ideales Rundfunkübertragungssystem muß man die Anforderung stellen, daß es die Gesamtheit eines Klangbildes, soweit es im Hörbereich des menschlichen Ohres liegt, ohne jede merkliche Veränderung seiner Eigenschaften zu übertragen gestattet. Auf Grund zahlreicher Untersuchungen, die in den letzten zehn Jahren durchgeführt worden sind, übersehen wir heute mit ausreichender Genauigkeit den Umfang, in dem das menschliche Ohr einen reinen Ton bei Veränderung seiner Höhe und Stärke noch als Ton zu empfinden vermag. Dieser Umfang kann durch die Hörfläche (Abb. 1) dargestellt werden. Diese erhält man, wenn man über der Frequenz eines reinen Tones jeweils die beiden Schallintensitäten aufträgt, bei deren erster der Ton gerade noch wahrnehmbar ist — man bezeichnet diese untere Grenze als „Reizschwelle" —, und bei deren zweiter infolge der großen Lautstärke im Ohr eine Schmerzempfindung entsteht — diese obere Grenze wird „Schmerzgrenze" genannt —. Aus dieser durch die beiden Intensitätskurven berandeten Hörfläche ersieht man, daß das menschliche Ohr akustische Schwingungen zwischen 20 Hz und 20 000 Hz, also in einem Umfang von etwa 10 Oktaven noch als Töne wahrnehmen kann, wenn sie mit geeigneter Intensität auftreten, und daß das Ohr in der Mitte des Hörbereichs einen Amplitudenbereich von etwa $1 : 10^6$ verarbeiten kann. Mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln ist man bei genügend großem Aufwand durchaus imstande, ein Übertragungssystem herzustellen, das diesen Frequenz- und Amplitudenbereich ohne wahrnehmbare Verzerrungen bewältigt. An kostspieligem Aufwand läßt sich aber erheblich sparen, wenn man sich bei der Übertragung auf den Frequenz- und Intensitätsbereich beschränkt, den eine hochwertige Darbietung, die getreu übertragen werden soll, im äußersten Falle beansprucht, im Gegensatz zu dem überhaupt hörbaren Ton- und Intensitätsumfang.

Abb. 1. Hörfläche des menschlichen Gehörs und Umfang von Musik und Geräuschen. Die Ziffern der Ordinate sind Verhältniszahlen des Schalldrucks (die 3 untersten Zahlen müssen richtig heißen: 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}).

[1]) Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der Siemens & Halske AG. Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, gehalten in der Fachgruppe „Funktechnik und Verstärkertechnik" des Gaues Berlin-Brandenburg am 21. 1. 1936.

2. Bereich einer Rundfunkdarbietung.

a) Frequenzband. — In Abb. 1 ist über der Hörfläche der Frequenzbereich einiger Klangerzeuger dargestellt. Der schwarze Bereich gibt jeweils den Frequenzbereich des erzeugbaren Grundtones an, der die Tonhöhe bestimmt, der schraffierte Teil den Bereich, in dem die die Klangfarbe bestimmenden höheren Resonanzlagen, auch „Formanten" genannt, liegen. Der gesamte hörbare Frequenzbereich wird also nicht vollständig bestrichen, sondern nur ein Bereich zwischen etwa 30 und 15 000 Hz. Eine weitere Einengung hat nun grundsätzlich verschiedene Folgen, je nachdem, ob sie an der unteren oder oberen Grenze erfolgt. An der unteren Grenze würde der schwarze Bereich beschnitten, der für die Höhe des Grundtones maßgebend ist. Eine solche Beschneidung raubt dem Klangbild Fülle und Wärme und ist bei gesteigerten Anforderungen unerwünscht. Sie erzeugt, wenn sie wesentlich wird, den von den mechanischen Grammophonen älterer Bauart her bekannten berüchtigten blechernen Klang. Der Übertragungsbereich soll also nach unten möglichst den tiefsten auf dem Klavier anschlagbaren Ton umfassen, also das A der Subkontraoktave, etwa 30 Hz. Damit ist zugleich der tiefsterzeugbare Ton der Baßgeige, Baßtuba, des Kontrafagotts und ähnlicher Instrumente erfaßt.

Eine Beschneidung an der oberen Grenze setzt den Obertongehalt herab und wird erfahrungsgemäß als viel weniger störend empfunden. Eine Beschneidung bei 6500 Hz z. B. wird nur von sehr wenig Beobachtern wahrgenommen. Legt man die Grenze etwas höher, also auf etwa 8000 Hz, so wird man auch höchsten Ansprüchen gerecht. Hierbei ist natürlich vorausgesetzt, daß die Wiedergabegeräte einen gleichen Frequenzumfang beherrschen, was zwar heutzutage durchaus noch nicht allgemein der Fall, aber in Zukunft doch anzustreben ist. Man kann also einen Übertragungsbereich von etwa 30 bis 8000 Hz als ausreichend und hochwertig bezeichnen. Da nun in der Kette eines Übertragungsweges mehr oder weniger mit einer Addition der einzelnen Verzerrungen gerechnet werden muß, gelten diese Anforderungen für die einzelnen Glieder in erhöhtem Maße. Für das rein elektrische Übertragungssystem der Fernleitung, das im vorliegenden Falle betrachtet werden soll, hat man durch internationale Vereinbarungen (CCI-Beschluß) Spielgrenzen festgesetzt, die von der Frequenzkurve des Übertragungssystems nicht überschritten werden dürfen. Diese in Abb. 2 wiedergegebene Darstellung besagt folgendes: Legt man an den Eingang des Systems, für das diese Spiele gelten, eine zwischen 30 und 8000 Hz gleitende Frequenz konstanter Amplitude, so darf die am Ausgang vorhandene Amplitude

Abb. 2. Restdämpfungsgrenzen im Übertragungsbereich.

im gesamten Bereich den bei 800 Hz gemessenen Wert nur um maximal $^2/_{10}$ Neper, also 20 % überschreiten, im Bereiche zwischen 200 und 3200 Hz nur um den gleichen Betrag höchstens unterschreiten, zwischen 100 und 200 und 3200 und 4800 Hz um $^3/_{10}$ N unterschreiten usw. An den Übertragungsgrenzen sind also steigende Minusabweichungen zugelassen und in der wichtigsten Mitte die engsten Grenzen gezogen.

b) Stärkebereich. — In Abb. 1 ist neben der Hörfläche der praktisch auftretende Intensitätsumfang von Musiklautstärken und Geräuschen dargestellt. Die größten Intensitätsunterschiede, die bei Musik gemessen wurden, und zwar vom Platz des Hörers aus im Zuhörerraum, verhalten sich etwa wie 2000 : 1. Eine noch etwas größere Dynamik erhält man, wenn man die große Baßtrommel im Fortissimo mit einer so leise wie möglich gespielten Geige vergleicht. Hier erhält man die wohl überhaupt größte in der Musik vorkommende Dynamik von 2500 : 1. Hierbei ist aber zu beachten, daß miteinander verglichen sind der Spitzenwert bei stärkstem Forte mit dem Kleinstwert bei leisestem Piano.

Die Erfahrung zeigt nun aber, daß bei sehr kurzen Spitzen eine Systemübersteuerung kaum wahrnehmbar ist. Für den anzusetzenden Intensitätsbereich genügt es also, nur mit den Höchstwerten zu rechnen, die einige Zeit, z. B. 20 ms lang vorhanden, die damit also auch kleiner als die Spitzenwerte sind (ihre Messung s. weiter unten IV. 2. a und b).

Weiterhin ist eine Beschränkung des Bereiches deshalb erforderlich, weil nach oben hin der Übertragungsfähigkeit eine Grenze gezogen ist durch die begrenzte Leistungsabgabe eines wirtschaftlich tragbaren Aufwandes an Verstärkerröhren, nach unten hin durch die unvermeidlichen Eigengeräusche des Übertragungssystems. Überschreitet man diese Grenzen bei einem gegebenen System, so tritt eine beträchtliche Güteminderung der Übertragung auf.

α) Nichtlinearität. — Eine Übersteuerung führt zur Entstehung von zusätzlichen Tönen, die im ursprünglichen Klanggemisch nicht vorhanden waren. Sie liegen z. T. harmonisch, aber z. T. auch, was viel störender ist, disharmonisch zum primären Klang, sie machen die Sprache rauh und die Musik unsauber, es tritt das berüchtigte Klirren ein. Die Erfahrung lehrt nun, daß die Partialschwingungen nicht als störend empfunden werden, wenn ihre effektive Summe auch bei der größten Amplitude stets kleiner als 4 % der Grundschwingung bleibt. Nach internationalen Abmachungen ist daher als Höchstklirrfaktor, der bei den Spitzenleistungen gerade noch auftreten darf, ein Wert von 4 % festgesetzt.

β) Störungsfreiheit. — Ebenso wie eine Übersteuerung durch das Entstehen zusätzlicher Partialschwingungen das ursprüngliche Klangbild stört, läßt eine zu geringe Aussteuerung bei leisen Stellen die in jedem Übertragungssystem vorhandenen Störschwingungen unliebsam hervortreten. Gewiß lassen sich diese, soweit sie aus den Übertragungsgeräten entstehen, durch ausreichende Bemessung der Siebmittel auf ein unschädliches Maß herabsetzen, wesentlich schwieriger ist aber die Beseitigung der Störung durch Leitungsgeräusche.

Man muß hier unterscheiden zwischen der Übertragung über Kabel oder über Freileitungen oder über einen aus beiden Leitungsarten zusammengesetzten Weg. Die Leitungsgeräusche entstehen im wesentlichen durch Übertragung von Störschwingungen infolge Kopplung mit mehr oder weniger benachbarten elektrischen Störquellen (Schwachstrom- oder Starkstromleitungen, atmosphärische Entladungen usw.). Kabelleitungen kann man z. B. durch zweckentsprechende Schirmung und durch symmetrischen Aufbau unabhängig machen von Außenstörungen. Sie stellen bei richtiger Pupinisierung zwecks Übertragung der hohen Frequenzen einen zwar idealen und betriebssicheren, u. U. aber auch recht kostspieligen Übertragungsweg dar, da infolge der geforderten hochwertigen Übertragungseigenschaften für Fernsprechzwecke vorhandene Kabelwege nur mit großen Kosten geeignet hergerichtet werden können, falls nicht überhaupt neue Kabel zu verlegen sind. Freileitungen sind wesentlich störanfälliger als Kabel. Die stärksten Störer, z. B. Gleichstromtelegraphie und elektrische Bahnen, liegen mit ihrer Grundfrequenz im Bereich der Hörfrequenzen, sie sind also, wenn einmal in den Übertragungsweg gelangt, nicht mehr aussiebbar. Man kann nun, und dies ist das Prinzip der hochfrequenten Rundfunkübertragung über Freileitungen, das Nutzfrequenzband aus dem Hörbereich heraus nach höheren Frequenzen verschieben, ähnlich wie beim Rundfunk eine Verschiebung in den Lang- oder Kurzwellenbereich erfolgt, und diese Hochfrequenz statt der Tonfrequenz über die Leitung übertragen (unter Hochfrequenz ist hier und im folgenden der Frequenzbereich zu verstehen, der außerhalb des Hörbereiches des menschlichen Ohres liegt). Doch wird dadurch zunächst nicht viel gebessert. Denn die Störungen selbst sind meist sehr oberwellenhaltig und können daher grundsätzlich auch bis zu hohen Frequenzen hinauf stören. Zwar werden die Oberwellen um so schwächer, je weiter sie von der Grundwelle entfernt sind, bei höheren Frequenzen steigt aber auch die Dämpfung der Leitung, so daß stets, ein bestimmter Sendepegel vorausgesetzt, auch der Nutzpegel am Ende der Übertragungsleitung mit höherer Frequenz kleiner wird. Damit ergibt sich, besonders bei größeren Leitungslängen, in bezug auf den Abstand des Störpegels vom Nutzpegel zunächst kein Vorteil gegenüber der niederfrequenten Übertragung. Da es aber mit einfachen Mitteln sehr leicht möglich ist, die Oberwellen eines Störers stark zu verringern, und zwar mit um so einfacheren Mitteln, je größer der Abstand zwischen Störergrundfrequenz und seiner störenden Oberwelle ist, wird die hochfrequente Übertragung viel störungsfreier als die unmittelbare niederfrequente über Freileitungen. Wie groß damit die verfügbare Dynamik wird, erkennt man aus der Zusammenstellung der Pegelabstände in Abb. 3. Wir nehmen an, daß als hochfrequente Leistung maximal 1 W zur Verfügung steht. Diese Leistung läßt sich mit der heute besonders im Ausland für Trägersysteme üblichen Anodenspannung von 130 V mit wirtschaftlich tragbarem Röhrenaufwand erzeugen. Man kann dann, wenn man etwas vom Gittereinsatz der Röhren entfernt bleibt, mit einem maximalen Sendespitzenpegel von + 3,2 Neper rechnen[2]).

Abb. 3. Pegelverhältnisse auf der Leitung.

Als Leitungsdämpfung bei etwa 40 kHz, einer für hochfrequente Rundfunkübertragung noch aus später zu besprechenden Gründen günstigen Frequenzlage, und bei ungünstigen, die Freileitungsdämpfung erhöhenden Witterungsverhältnissen ist mit einem Wert von etwa 4,5 N zu rechnen. Dies ergibt einen integrierten Höchstwert des Empfangspegels von — 1,3 N. Der Störpegel einer gut ausgekreuzten und gut gewarteten Freileitung liegt im Frequenzbereich um 40 kHz bei etwa — 9 N, wobei dieser Wert als sogenannter „Geräuschwert" gemessen ist. Das Ohr empfindet nämlich infolge seiner Frequenzabhängigkeit Störfrequenzen verschiedener Tonhöhe verschieden stark, und man kann diesen Geräuschwert mit einem Meß-

[2]) Zur Erläuterung des Zusammenhangs zwischen Pegel und Leistung sei gesagt, daß an einer Stelle des Übertragungsweges der Pegel 0 herrscht, wenn dort 1 mW übertragen wird. Bei zweifacher Stromstärke, also vierfacher Leistung, herrscht dann der Pegel $\ln 2 = + 0{,}7$ N und bei 1000facher Leistung, also 1 W, $1/2 \cdot \ln 1000 = 3{,}45$ N. Daß dieser Pegel nicht überschritten wird, wird mit einem sogenannten „Höchstwertzeiger" überwacht, der den vorhin erwähnten integrierten Maximalwert anzeigt (s. Abschn. IV 2a).

gerät mit entsprechender frequenzabhängiger Empfindlichkeit objektiv messen. In der Regel wird hierzu ein an sich frequenzunabhängiger sogenannter „Mindestwertzeiger" verwendet, dem ein entsprechendes Filter vorgeschaltet wird. Dieses Gerät zeigt einen integrierten Wert der Geräuschspitzen an, ähnlich wie der „Höchstwertzeiger" einen integrierten Wert des Maximalnutzpegels (s. Abschnitt IV 2 b).

Erfahrungsgemäß ist nun eine Übertragung dann als störungsfrei anzusehen, wenn die kleinste integrierte Nutzspannung etwa einen Zehnerfaktor größer ist als die integrierten Geräuschspitzen. Das Verhältnis der Spitzen bei einer störungsfreien und unverzerrten Übertragung darf also im vorliegenden Falle 240 : 1 sein (5,4 N). Auf diesen Intensitätsbereich muß also im vorliegenden Falle die Dynamik der Übertragung durch Ausregeln im Studio begrenzt werden, wobei die mittleren Spitzen überwacht werden. Die Erfahrung lehrt, daß eine Beschränkung der so gemessenen Dynamik auf 100 : 1 eine bereits sehr hochwertige Übertragung gewährleistet, so daß man z. B. für Rundfunk-Kabelleitungen einen Wert von 100 : 1 international (CCI-Abmachung) als Mindestwert für eine hochwertige Übertragung vereinbart hat.

Zusammenfassend ist also zu sagen: Ein hohen Anforderungen genügendes Übertragungssystem muß einen Frequenzbereich von 30 bis 8000 Hz und eine Dynamik von 100 : 1 (größte zu kleinsten Spitzenwerten, integriert gemessen) übertragen können. Im folgenden soll gezeigt werden, daß eine solche Übertragung über Freileitungen durchaus möglich ist, wenn man den hochfrequenten Weg benutzt.

II. Prinzip der hochfrequenten Rundfunkübertragung.

Den grundsätzlichen Aufbau eines solchen Hochfrequenzsystems zeigt Abb. 4. Man führt das Niederfrequenzprogramm einem Modulator zu, in dem es durch Modulation mit einem Träger in den gewünschten Hochfrequenzbereich verschoben wird. Die Hochfrequenz wird

Abb. 4. Prinzipschaltbild eines Zweiseitenband-Trägerstromsystems.

dann über die Leitung übertragen, am Empfangsort verstärkt und durch einen Demodulator wieder in die Niederfrequenz zurückverwandelt. Der Vorgang entspricht also dem vom drahtlosen Rundfunk her bekannten, nur mit dem Unterschied, daß die Übermittlung der Nachricht nicht durch die Ausbreitung des elektromagnetischen Feldes im Raume vor sich geht, sondern durch Übertragung der Nachricht über einen Leiter. Hinter dem Modulator sind außer dem Träger zwei Seitenbänder vorhanden. Für eine einzige Niederfrequenzschwingung N und die Trägerfrequenz T sind dann auf der Leitung vorhanden die drei Frequenzen $T - N$, T und $T + N$. Bei einer einwandfreien drahtlosen Übertragung sind diese drei Frequenzen am Empfangsort um den gleichen Betrag gedämpft mit relativ gegeneinander unveränderter Phasenbeziehung. Anders liegen die Verhältnisse bei einer Übertragung über lange Leitungen, die z. T. pupinisierte Zwischenkabel haben, womit man häufig rechnen muß. Die grundsätzlichen Verhältnisse der Übertragung in diesem Falle seien an Hand des Vektordiagramms in Abb. 5 erläutert. Der Trägervektor T rotiert mit der der Trägerfrequenz entsprechenden großen Winkelgeschwindigkeit Ω, die beiden Vektoren N mit der der Niederfrequenz entsprechenden kleinen Winkelgeschwindigkeit ω in dem durch Pfeile jeweils angegebenen Sinn, Abb. 5 a. Diese Darstellung weicht von der allgemein üblichen der Trägerfrequenzschwingung mit im Takte der Niederfrequenz schwankender Amplitude ab, doch kann man sich die Übereinstimmung der durch

Abb. 5. Zweiseitenband- und Einseitenbandmodulation ohne und mit Phasenverzerrung.

die beiden Darstellungen wiedergegebenen Vorgänge durch folgende einfache Überlegung klarmachen: Die Resultierende der beiden Vektoren N fällt stets in die Richtung des Trägers, so daß dieser also gleichsam im Takte der Niederfrequenz in seiner Amplitude schwankt. Seine Projektion ergibt bekanntlich die Trägerfrequenzschwingung, wobei die Hüllkurve ihrer Amplitude die Niederfrequenzschwingung darstellt. Nimmt man nun an, daß man ein Übertragungssystem hat, durch das der Trägervektor in seiner Phasenbeziehung gegen die der Seitenfrequenzen um 90° gedreht wird, dann erhält man hinter dem System im gleichen Zeitpunkt z. B. das zweite Bild, Abb. 5 b. Der resultierende Vektor der beiden Seitenfrequenzen liegt jetzt senkrecht zum Träger, wodurch der letztere nicht mehr mit der Grundfrequenz moduliert erscheint, sondern mit vorzugsweise 2ω, und ω ist unterdrückt, die Übertragung ist vollständig zerstört. Diese Erscheinung tritt in größerem oder kleinerem Maße immer dann auf, wenn die Laufzeiten für die übertragenen Frequenzen verschieden sind. Man begegnet der Störungsmöglichkeit am leichtesten, wenn man eines der beiden Seitenbänder unterdrückt. Dann bekommt man, wie Abb. 5 c zeigt, stets eine Amplitudenmodulation, unabhängig davon, ob das System den Träger gegen das übertragene Seitenband dreht oder nicht. Allerdings ist auch eine Modulation mit 2ω ähnlich wie im Falle b) vorhanden, zur Grundwelle entsteht eine Oberwelle, der Modulator klirrt. Man erkennt aber leicht, daß dieses Klirren mit abnehmendem Modulationsgrad sehr schnell abnimmt, und schon bei 10 % Modulationsgrad ist das Klirren praktisch genügend gering. Die Einseitenband-Übertragung hat außerdem noch weitere Vorteile, z. B. den einer geringeren Wahrscheinlichkeit des Auftretens von (selektiven) Störern im Nutzbereich. Außerdem brauchen etwa vorhandene Zwischenkabel nur für eine niedrigere Grenzfrequenz pupinisiert zu werden, was eine Kostenersparnis bringt, usw.

Da der Modulationsgrad nur gering sein darf, ergibt sich aber eine neue Schwierigkeit. Es wurde gezeigt, daß mit Rücksicht auf ausreichende Dynamik eine Seitenband-Spitzenleistung von 1 W am Ausgang der Sendeverstärker aufgebracht werden muß. Bei einem Modulationsgrad von 10 % wird dann die Trägerspannung 10mal so groß wie die Seitenbandspitzenspannung, der Träger beansprucht also die 100fache Röhrenleistung, oder man müßte die Dynamik um einen Zehnerfaktor verkleinern, was natürlich ganz unzulässig ist. Man umgeht diese Schwierigkeit, wenn man den Träger unterdrückt, nur ein Seitenband überträgt und dann am Empfangsort den Träger neu

hinzusetzt. Die Unterdrückung kann bereits bei der Modulation in einem geeigneten Modulator (s. „Ringmodulator", III 1) erfolgen. Für eine einwandfreie Übertragung muß allerdings diese sekundäre Trägerfrequenz mit der primären weitgehend übereinstimmen. Der Grad der erforderlichen Übereinstimmung kann an Hand der Abb. 6 leicht erkannt werden.

Abb. 6. Frequenzschema eines temperierten Klaviers internationaler Stimmung.

Hier sind die Schwingungszahlen der temperierten 12stufigen Tonleiter in internationaler Stimmung dargestellt, und zwar über 8,5 Oktaven. Die tiefste übertragene Frequenz ist etwa das A der Subkontraoktave. Bei einer Abweichung des sekundären Trägers vom primären um nur 0,2 ‰, also bei 50 000 Hz um 10 Hz, ergibt sich eine Frequenzfälschung im gesamten Übertragungsbereich dergestalt, daß jede Frequenz um den konstanten Betrag von 10 Hz erhöht wird (oder erniedrigt, je nach dem Vorzeichen der Abweichung). Also wird aus dem A der Subkontraoktave ein D der Kontraoktave, die Verstimmung beträgt etwa eine Quart. Eine Oktave höher beträgt die Verstimmung eine Terz usw. An der oberen Grenze des Übertragungsbereichs beträgt sie nur noch etwa 1/80 Ton, ist also unhörbar. Unmittelbar stören das Ohr in der tiefsten Lage die Intervalländerungen, mittelbar die entstehenden Dissonanzen in den Obertönen. Mit dem Gehör läßt sich feststellen, daß Abweichungen von 1 Hz bereits unzulässig sind, so daß eine Synchronisierung der Trägerfrequenzen, z. B. durch Steuerung von einem gemeinsamen Generator aus mit Hilfe einer sogenannten „Steuerfrequenz", das zweckmäßigste ist. Damit wird der Aufbau des Systems etwas umfangreicher, wie Abb. 7 im Prinzip zeigt. Ein Steuer-

DM Demodulator
F Filter
M Modulator
St Steuerfrequenzgenerator
T Trägerfrequenzgenerator
V Verstärker

Abb. 7. Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Hochfrequenzübertragungssystems.

frequenzgenerator *St* steuert den primären Trägerfrequenzgenerator T_1, der auf den Modulator *M* arbeitet. Dort wird die Niederfrequenz in Hochfrequenz umgewandelt und zugleich durch den besonderen Aufbau des Modulators die Trägerfrequenz unterdrückt. Von den übrig gebliebenen beiden Seitenbändern wird eines durch ein besonders hochwertiges Filter, ein sogenanntes „Kristallfilter" unterdrückt. Das gewünschte Seitenband wird verstärkt und mit der Steuerfrequenz f_1 über die Fernleitung übertragen. Am Empfangsort wird mit der herausgesiebten Steuerfrequenz f_1 der sekundäre Trägergenerator T_2 gesteuert, so daß er mit dem primären absolut synchron läuft, und das übertragene Seitenband im Demodulator *DM* frequenzgetreu demoduliert.

Man könnte einwenden, daß es einfacher sei, den Träger mit zu übertragen, aber nur gedämpft, so daß er im Vergleich zum Seitenband keine wesentliche Leistung beansprucht. Dem steht aber entgegen die außerordentliche Schwierigkeit, ihn am Empfangsort selektiv zu verstärken zur Erzielung eines genügend kleinen Modulationsgrades, ohne das Seitenband mitzuverzerren. Zur Erläuterung dieser Schwierigkeit sind in Abb. 8 die Lage von Trägerfrequenz, Steuerfrequenz und Seitenband dargestellt. Bei einer Trägerfrequenz von z. B. 42,5 kHz ergibt sich zur Übertragung des unteren Seitenbandes ein von 42,47 kHz bis 34,5 kHz erforderlicher Frequenzbereich und als Steuerfrequenz 34 kHz. Aus technischen Gründen, die in Absatz III 3 d erläutert werden, ist das Verhältnis von Trägerfrequenz zu Steuerfrequenz wie 5 : 4 gewählt. Der Abstand zwischen Trägerfrequenz und Seitenband beträgt 30 Hz, also ist das Verhältnis dieses Abstandes zur Trägerfrequenz sehr klein. Der Abstand zwischen Steuerfrequenz und höchster Seitenbandfrequenz beträgt 500 Hz; hier ist also das Verhältnis etwa 20mal so groß, die Trennung der Steuerfrequenz vom Seitenband ist hier mit normalen Siebmitteln zu bewältigen. Die Abb. 8 zeigt im Frequenz-

Abb. 8. Mehrfachausnutzung einer Freileitung.

bereich unterhalb des Hochfrequenz-Rundfunks noch eine weitere Belegung der somit vielfach ausgenutzten Freileitung. Da der Rundfunk hochfrequent übertragen wird, ist der Niederfrequenzbereich frei für die Belegung mit Niederfrequenztelephonie und gegebenenfalls Unterlagerungstelegraphie. Außerdem ist noch ein normales Dreikanal-Mehrfachtelephoniesystem eingesetzt, wobei der Bereich zwischen Niederfrequenz und Hochfrequenz unter Umständen mit Mehrfachtelegraphie ausgenutzt werden kann. Diese Möglichkeit der Mehrfachausnutzung einer Freileitung ist ein außerordentlicher Vorteil der hochfrequenten Rundfunkübertragung, die damit auf vorhandenen Leitungen untergebracht werden kann, ohne den bestehenden Betrieb zu verdrängen oder zu beeinträchtigen. Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit der Anlage ganz außerordentlich.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, ergibt die hochfrequente Rundfunkübertragung also drei Hauptprobleme, und zwar die praktisch vollständige Unterdrückung des Trägers im „Ringmodulator", die Unterdrückung des nicht mitzuübertragenden Seitenbandes durch ein „Kristallfilter" und die Wiedererzeugung des Trägers aus der Steuerfrequenz im „Generatorsatz". Die Lösung dieser drei Hauptprobleme ist in dem folgenden Abschnitt dargestellt. *(Schluß folgt.)*

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 001. 4 : 614. 83 **Beurteilung und Prüfung von explosionssicheren Motoren.** — Der Bericht einer weitgehend anerkannten Prüfstelle für die Explosionssicherheit elektrischer Einrichtungen, insbesondere von Motoren (Underwriters' Laboratories, Chicago), handelt von den Erfahrungen und den zur Zeit in Amerika geltenden Ansichten auf diesem Gebiet[1]). Am Anfang der Entwicklung ging man darauf aus, in explosionsgefährdeten Räumen (eine große Rolle spielt in Amerika die Trockenreinigungsindustrie) die Verwendung von funkenden oder Lichtbogen ziehenden Kontakten aller Art (Stromwender, Schleifringe usw.) zu vermeiden, insbesondere also zu Antrieben nur den Käfigläufermotor zu verwenden, den man allgemein als sicher ansah. Doch traten auch hier Unfälle auf durch Zusammenbruch der Wicklungen, z. B. nach Zerstörung der Isolation durch ätzende Dämpfe. Die Entfernung der Motoren aus den explosionsgefährdeten Bereichen und Übertragung der Leistung durch mechanische Mittel befriedigte ebenfalls nicht, da, abgesehen von anderen naheliegenden Nachteilen, die Öffnungen für Welle oder Riemen nicht gasdicht gemacht werden konnten. Auch die gelegentliche Verwendung von Motoren mit vollkommen gasdichter Kapselung (z. B. mit Gummidichtungen) konnte sich nicht durchsetzen, da die Gehäuse im Betrieb nicht dauernd dicht blieben.

Abb. 1. Mantelgekühlter, explosionssicherer Motor.

Die Entwicklung führte schließlich auf den mantelgekühlten Motor (Abb. 1). Das Gehäuse dieser Motoren, welches von außen durch die von einem Mantel geführte Kühlluft bestrichen wird, ist nicht gasdicht, die explosiven Dämpfe oder Gase können also langsam in das Innere eindringen. Die Konstruktion muß so ausgebildet sein, daß bei einer Entzündung oder Explosion dieser Gasluftgemische im Inneren des Gehäuses einerseits keine zündende Flamme nach außen durchschlagen kann und anderseits das Ganze in mechanischer Hinsicht dem Explosionsdruck gewachsen ist. Die erste Forderung wird (nach dem Grundsatz der Davy-Sicherheitslampe) erreicht, indem an allen Stoßstellen die Weglänge für die Flamme entsprechend groß und der Querschnitt genügend klein gehalten wird (vgl. *A—B* und *C—D* in Abb. 1). Bei den Öffnungen für die Welle spielt neben der Weglänge und dem Spiel auch der Durchmesser eine Rolle, außerdem ist bei sich drehender Welle die notwendige Weglänge kleiner als bei stillstehender. Für die Bemessung der Weglänge und des Querschnitts ist man bis jetzt ausschließlich auf die Erfahrung angewiesen. Von Bedeutung ist ferner, daß der freie Raum innerhalb des Gehäuses, in welchem sich die gefährlichen Gase ansammeln können, so klein wie möglich gehalten wird. Schließlich darf dieser Raum nicht durch irgendwelche Zwischenwände in einzelne Abteilungen, die miteinander durch enge Öffnungen in Verbindung stehen, unterteilt werden, da sonst durch Turbulenzerscheinungen außerordentliche Drucksteigerungen bei rasch aufeinanderfolgenden Explosionsschlägen auftreten können.

Bei den Apparaten gelten naturgemäß ähnliche Gesichtspunkte wie bei den Motoren. Bezüglich des Abstandes spannungführender blanker Metallteile gegeneinander muß beachtet werden, daß bei Vorhandensein von Gasen die Mindestabstände wegen der bei Entflammungen eintretenden Ionisation größer sein müssen als bei Luft. Die erforderlichen Weglängen bei den Stoßstellen am Gehäuse sind in hohem Maße von der Art der Gase abhängig, für welche die Ausrüstung bestimmt ist. Wenn man durchweg die gefährlichsten Gase zugrunde legen wollte, so würden in vielen Fällen unnötig schwere und teure Konstruktionen erforderlich sein. Um dies zu vermeiden, hat man die Gase und Dämpfe nach ihrer Explosionsgefährlichkeit in vier Gruppen eingeteilt: Gruppe A ist die gefährlichste und schließt alle Gase etwa mit den Eigenschaften von Azetylen ein. Gruppe B, C und D beziehen sich auf Gase und Dämpfe mit abnehmender Gefährlichkeit. Die Gruppe C entspricht etwa Ätherdämpfen, die Gruppe D Gasolindämpfen.

Neben vielen weiteren Einzelheiten finden sich in dem Bericht noch Angaben über Einrichtungen und Verfahren des obenerwähnten Institutes für die praktische Untersuchung von Motoren und Apparaten auf Explosionssicherheit. [A. H. Nuckolls, Electr. Engng. 55 (1936) S. 151.] *Bdk.*

[1]) Vgl. damit die VDE-Vorschriften für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten (VDE 0170/1929), ferner die Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen (VDE 0165/1935).

621. 314. 222 : 621. 315. 615 **Pyranol-Transformatoren.** — Vor 2 Jahren wurden Transformatoren angekündigt, die das unbrennbare und nicht explosive Pyranol[1]) als Isolations- und Kühlflüssigkeit verwenden. Heute sind über 250 Pyranol-Transformatoren mit beachtlichen Betriebsergebnissen eingebaut. Einige dieser Transformatoren sind seit mehr als 3 Jahren im Betrieb gewesen. Es ist möglich, bei Innenraumausführungen die Sicherheitsvorschriften der National Electrical Code (NEC) mit Pyranol-Transformatoren wirtschaftlicher zu erfüllen als mit ölgefüllten Einheiten, da bei Pyranol-Transformatoren viele Einschränkungen, die für Öltransformatoren gelten, wegfallen. Pyranol-Transformatoren sind besonders für Aufstellung in Wohnungen, öffentlichen Gebäuden, Krankenhäusern, Hotels, Schulen und Theatern geeignet. Ferner eignen sie sich zum Einbau in Industrieanlagen, Zechen, Tunnels, Untergrundbahnen, Eisenbahnwagen, Lokomotiven, Docks und Schiffen. In manchen technischen Anlagen werden durch Aufstellung der Pyranol-Transformatoren unmittelbar am Verbrauchszentrum die Spannungsverhältnisse verbessert und die auftretenden Verluste herabgesetzt. Von den besonders interessierenden Ausführungen der letzten Zeit seien sechs Dreiphasen-Transformatoren-Einheiten für je 500 kVA, 13 200 V, erwähnt, die eine neuerrichtete Industrieanlage mit Licht und Kraft versorgen sollen. Diese Transformatoren sind mit Trennschaltern auf der HV-Seite und mit einer Kombination von Netzsicherungen und Schaltern auf der NV-Seite zur Überwachung der verschiedenen abgehenden Licht- und Kraftleitungen versehen. Alles ist in einem einzigen Gehäuse eingebaut, und man hat somit tatsächlich eine vollständige Unterstation. Die Verbraucherstromkreise sind so angeordnet, daß später innerhalb der gesamten Anlage ein Einphasen-Niederspannungsnetz ausgebildet werden kann. [Gen. electr. Rev. 39 (1936) S. 41.] *R. K.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 733. 025 : 621. 396. 64 **Ein Röhrengerät zur Messung kleiner, hochfrequenter Wechselströme.** — Die in der Hochfrequenztechnik üblichen Verfahren zur Messung von Wechselströmen der Größenordnung 1 mA bedienen sich im Vakuum eingeschmolzener Thermoelemente. Derartige Anordnungen besitzen einen verhältnis-

[1]) Das entsprechende Füllmittel der I. G. Farben heißt „Clophen".

mäßig großen Widerstand und sind nur in engen Grenzen (etwa 50 %) überlastbar. Ein weiterer Nachteil aller Thermoinstrumente ist ihre große Trägheit, die hauptsächlich dadurch zustande kommt, daß das Thermoelement als Nebenwiderstand zum Drehspul-Strommesser diesen sehr stark dämpft. M. Barlow beschreibt nun ein Gerät, das keine derartigen Mängel aufweist; es arbeitet außerdem im Frequenzbereiche von 25 Hz bis $5 \cdot 10^6$ Hz vollkommen gleichmäßig und ist von 5 mA Vollausschlag auf 10, 20 und 30 mA Vollausschlag umschaltbar. In den Grundlagen leitet sich das geschilderte Verfahren aus der von Richardson angegebenen Formel für die Abhängigkeit der Größe des Sättigungsstromes einer Glühkathodenröhre von der Temperatur des Heizfadens ab, nach der schon eine geringe Änderung der Fadentemperatur ein starkes Anwachsen des Sättigungsstromes zur Folge hat. In Anlehnung an diese Tatsache überlagert der Verfasser die zu messenden Wechselströme dem Heizstrom einer Glühkathodenröhre und mißt in einer Brückenschaltung die Vergrößerung des Sättigungsstromes. In Abb. 2 ist die ganze Meßanordnung im Entwurf dargestellt. In diesem Schaltbild ist die eigentliche Meßröhre mit R_1 bezeichnet. Der zu messende Wechselstrom wird an den Klemmen K, die durch einen Widerstand w_1 von 120 000 Ω überbrückt sind, zugeführt und über einen Elektrolytkondensator C von 1000 μF, der den Heizstrom von der Wechselstromquelle fernhalten soll, über den Heizfaden dieser Röhre geleitet. Ein Kurzschluß des Wechselstromes über die Heizbatterie wird durch eine in Scheiben gewickelte Eisendrossel D verhindert, deren Induktivität 23,5 H und deren ohmscher Widerstand nur 48,6 Ω beträgt. Die Röhre R_1 bildet als (veränderlicher) Widerstand den einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke, deren andere Zweige die Widerstände $W_3 + W_4'$, $W_5 + W_4''$ und $W_6 + R_2$ darstellen, wobei $W_4' + W_4'' = W_4$ ist. Die Röhre R_2 dient zum Ausgleich von Schwankungen der Heizspannung; diese hätten bei Verwendung eines Festwiderstandes statt der Röhre R_2 ein dauerndes Wandern des Nullpunktes der Meßanordnung zur Folge; liegt nun aber, wie dies der Fall ist, eine Röhre R_2, deren Heizfaden mit dem der Röhre R_1 hintereinandergeschaltet ist, auch in diesem Brückenzweig, so verursachen Schwankungen der Heizspannung in beiden Zweigen die gleichen Veränderungen und bleiben wirkungslos. Die beiden Röhren R_1 und R_2 brauchen dabei einander nicht gleich zu sein: ein Abgleich der beiden Brückenzweige auf das nötige Verhältnis wird durch einen Zusatzwiderstand W_6 zur Röhre R_2 bewirkt; dieser kann, wie dies in der Abbildung der Fall ist, mit der Röhre in Reihe geschaltet sein, aber auch, bei entsprechender Bemessung, zwischen Gitter und Anode oder als Nebenschluß am Heizfaden liegen. Neben dem Ausgleich von Spannungsschwankungen bewirkt die Röhre R_2 auch eine wesentliche Steigerung der Empfindlichkeit der ganzen Anordnung: der zu messende Wechselstrom, der dem Heizstrom der Röhre R_1 überlagert wird, bewirkt zunächst eine Verminderung des inneren Widerstandes der Röhre R_1 und damit eine Verstimmung der Brücke; gleichzeitig aber ist die Temperatur des Heizfadens gestiegen, sein Widerstand also größer, d. h. aber der Heizstrom der Röhre R_1 und folglich auch der Röhre R_2 ist kleiner geworden. Damit ist der innere Widerstand der Röhre R_2 gestiegen und eine weitere wirksame Verstimmung der Brücke erreicht. Während Maßnahmen zum Ausgleich von Schwankungen des Heizstromes unbedingt notwendig erscheinen, sind ebenso sorgfältige Vorkehrungen gegen Schwankungen der Anodenspannung nicht nötig, da die Röhren bereits im Sättigungsgebiet arbeiten. Der Abgleich der Brückenzweige erfolgt zunächst, wie gewöhnlich, durch richtige Bemessung der Widerstände; der Nullpunkt des Spannungsmessers wird ganz genau eingestellt durch Regelung des Heizstromes der Röhre mittels des veränderlichen Widerstandes W_2 und richtige Einstellung des Spannungsteilers W_4, über den die Anodenspannung zugeführt wird. Um die Nullpunktslage auch während einer Messung nachprüfen zu können, sind Widerstände W_7 und W_8 als Ersatzzweige für die Brückenzweige W_3 und R_1 vorgesehen, die diesen im gleichen Verhältnis angeglichen sind. Durch Umschaltung des Spannungsmessers S läßt sich nun jederzeit eine Nullpunktsverschiebung feststellen und durch Nachregeln der Heizung der Röhren sofort beheben. Der Verfasser benutzte im Versuchsgerät gewöhnliche Dreipolröhren mit einem Widerstand des Heizfadens von etwa 35 Ω; die Brückenwiderstände lagen in der Größenordnung von 10 000 Ω, so daß ein Nebenschluß des Wechselstromes über die Kapazität der Röhre R_1 und die Brückenzweige ausgeschlossen war. Das Gerät wurde mit 50periodigem Wechselstrom durch unmittelbaren Vergleich mit einem gewöhnlichen Wechselstrommesser geeicht. Da in der Brücke nur Gleichströme auftreten können, ist eine Erweiterung des Meßbereiches durch Vorschaltwiderstände ohne weiteres möglich. [H. E. M. Barlow, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 612.] *E. C. M.*

Abb. 2. Röhrengerät zur Messung kleiner Wechselströme im Frequenzbereich 25 Hz bis $5 \cdot 10^6$ Hz.

621. 317. 723. 027. 3 **Ein statischer Hochspannungsmesser von 0,5 bis 35 kV mit Zeigerablesung.** — Nach Art der elektrostatischen Drehwaage wurde ein Spannungsmesser mit den Meßbereichen 0,4 bis 4,0 kV, 1 bis 12 kV, 3 bis 20 kV und 5 bis 35 kV gebaut. Das eigentliche Meßglied G (Abb. 3) hat die Form einer geraden Hantel, die aus 0,2 mm starkem Al-Blech hergestellt wurde. Die Hohlkugeln von 20 mm Dmr. sitzen auf einem Al-Rohr, das an einem Bronzedraht aufgehängt ist. Der Kugelabstand beträgt 95 mm.

B Bernsteinisolierung
F Feststellhebel
G Drehbalken aus Aluminium
H_1, H_2 Hochspannungselektroden
K Klemmfedern
M_1, M_2 Dauermagnete

Abb. 3. Statischer Hochspannungsmesser.

Das drehbare Meßglied schwebt in der Mitte eines viereckigen Hartpapiergehäuses; Vorder- und Rückseite bestehen aus Glas. Am unteren Ende trägt das Drehglied eine Al-Dämpferscheibe, die sich zwischen zwei waagerechten Hufeisen-Dauermagneten M_1 und M_2 dreht. Die zu messende Spannung wird den durch Metallbügel verbundenen Hochspannungselektroden H_1 und H_2 zugeführt. Die gabelförmigen Elektroden endigen in Messingkugeln, um Glimmentladungen hintanzuhalten. Zur Änderung der Spannungsempfindlichkeit wurde der Aufhängedraht des Meßgliedes aus vier Teilen von verschiedenen Durchmessern und Längen zusammengesetzt. Die Richtkraft des Drahtes ändert sich nämlich mit der vierten Potenz des Halbmessers und umgekehrt proportional der Drahtlänge. Somit lassen sich durch geeignete Wahl beider Größen die Richtkräfte für vier verschiedene Meßbereiche passend bestimmen. Die gesamte Länge des Aufhängedrahts, dessen dünnster Teil (0,05 mm) oben im Aufhängeturm eingespannt ist, beträgt 18 cm. Dieses dünnste Ende ist etwa 8 cm lang. Es ist durch eine Messing-Lötmuffe mit dem zweiten 3 cm langen Draht von 0,07 mm Dmr. verbunden usf. Die Messingmuffen hängen im Turm zwischen Klemmfederpaaren K, die durch Drehung einer Schraube gegen die Muffen gepreßt werden. Soll mit dem empfindlichsten Meßbereich gearbeitet werden, so bleiben alle Klemmfedern offen. Die Drehhantel wird jetzt gegen die Richtkraft des ganzen Drahtes abgelenkt; maßgebend ist aber die geringe

Richtkraft des oberen Drahtteiles. Durch Festziehen des obersten Klemmfederpaares wird der nächst empfindliche Bereich eingeschaltet. Für jeden Meßbereich wird gesondert an einem Messerzeiger abgelesen, der über einer Bogenskala mit vier Teilungen schwingt. Das Gerät wurde durch Vergleich mit anderen Spannungsmessern und ferner mit einem Spannungswandler geeicht. Die Empfindlichkeit des neuartigen Hochspannungsmessers ist im mittleren Skalenbereich am größten und fast gleichbleibend, während am Skalenanfang und -ende die Teilung enger und ungleichmäßig ist. [W. Steubing, Physik. Z. 37 (1936) S. 32.] *Rsk.*

Elektrisches Prüfamt. — Die Prüfbefugnisse des Elektrischen Prüfamtes 27 in Dortmund sind wie folgt erweitert worden[1]):

Für Gleichstromprüfungen .	bis 400 A 600 V
Für Wechsel- und Drehstromprüfungen	bis 1000 A 50000 V im Amt bis 500 A 50000 V am Betriebsort.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 5 **Vorschlag einer Rückkopplungssperrung mit sprachgesteuertem Relais für drahtlosen Gegensprechverkehr.** — Zur Unterdrückung der Rückkopplung bei drahtlosen Gegensprechverbindungen ist von der Deutschen Reichspost eine Rückkopplungssperre eingeführt worden, die von R. Rücklin[2]) be-

Ra, Rr Spulen

Abb. 4. Sperrelais.

schrieben ist. In dem vorliegenden Aufsatz macht R. Koll den Vorschlag, für die Sperrung der Rückkopplung bei drahtlosem Gegensprechverkehr das für Lautfernsprechanlagen entwickelte Sperrelais zu verwenden. Dieses Relais besorgt gleichzeitig die Schließung der Kontakte der einen Sprechrichtung und die Öffnung derjenigen der

Abb. 5. Schaltung für drahtlosen Gegensprechverkehr.

anderen Sprechrichtung. Dadurch, daß sich mehrere Kontakte anbringen lassen, kann die An- und Abschaltung doppeladrig ausgeführt werden. Die Schaltung läßt sich so einrichten, daß ein Zwischensprechen des einen Teilnehmers während des Sprechens des anderen möglich ist. Zum Schluß schlägt der Verfasser eine Schaltung vor, die bei Benutzung des Sperrelais einen Gegensprechverkehr mit einer einzigen Trägerwelle und einer Antenne ermöglicht.

Das Sperrelais (Abb. 4) enthält zwei Spulenwicklungen auf einem magnetisierbaren Kern, die so auf einen Anker wirken, daß die eine Spule (*Ra*) den Anker in die Arbeitsstellung bringt, die zweite Spule (*Rr*) aber den Anker in der Ruhelage festzuhalten oder aus der Arbeitsstellung wieder in die Ruhelage zurückzubringen sucht. Die mit dem Empfänger *E* (Abb. 5) aufgenommenen Sprechströme gehen über den Verstärker *Ve*, den Kontakt rr_1 (Ruhekontakt des Relais) und die Gabel *G* zur Leitung *I*. Durch die gleichzeitige Öffnung des Kontaktes *ra* (Arbeitskontakt des Relais) ist die Kopplung zum Sender *S* unterbrochen. Wird jetzt in der Leitung *I* gesprochen, so gelangen die Sprechströme über den Verstärker *Vs* zum Richtverstärker *Gs*, der die Spule *Ra* erregt und den Kontakt *ra* schließt, so daß die Sprechströme zum Sender *S* gelangen können; der Kontakt rr_1 unterbricht gleichzeitig die Empfangsrichtung. Die Umschaltezeit läßt sich durch richtige Bemessung des Gleichrichters *Gs* und durch den mechanischen Aufbau des Relais auf 10 bis 5 ms oder sogar noch weniger herabsetzen. Der Richtverstärker *Ge*, über den die Empfangsströme die Spule *Rr* erregen und damit den Kontakt rr_1 in der Ruhelage festhalten, dient dazu, ein Fehlschalten des Relais, d. h. also ein Schließen des Kontaktes *ra*, zu verhindern, wenn infolge eines Gabelfehlers in *G* ein Teil der Empfangsströme in den Sendekreis gelangt.

Die Möglichkeit des Zwischensprechens ist bei dem Sperrelais dadurch gegeben, daß in jedem Sprechrichtungsfall von der abgetrennten Richtung aus die Beeinflussung der zugehörigen Relaisspule ganz oder zum Teil bestehen bleibt. Wenn also, z. B. im Falle des Sendens von der Leitung *I* aus der Kontakt *ra* geschlossen und der Kontakt rr_1 offen ist, wird durch Zwischensprechen des anderen Teilnehmers die Relaisspule *Rr* erregt und der Kontakt in die Ruhestellung zu bringen versucht, so daß er bei der kleinsten Gesprächspause des in der Leitung *I* sprechenden Teilnehmers sofort in die Ruhestellung geht und damit die zwischengesprochenen Worte zu dem Teilnehmer an Leitung *I* gelangen läßt. Ebenso wird, wenn im Empfangsfall das Relais in der Ruhestellung gehalten wird, durch die Zwischenrede des Teilnehmers an Leitung *I* bei der kleinsten Gesprächslücke des anderen Teilnehmers das Relais in die Arbeitsstellung umgeschaltet. [R. Koll, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) S. 20.] *Mts.*

621. 395. 4 **Tragbares Trägerfrequenz-Fernsprechsystem.** — Die Trägerfrequenz-Fernsprechsysteme eroberten sich im Zeitraum der letzten Jahre immer mehr Anwendungsgebiete zur Mehrfachausnutzung von Freileitungen und Kabelleitungen. Im In- und Auslande sind zahlreiche Anlagen im Betrieb, die bisher als ortsfeste Einrichtungen gebaut wurden. Daneben besteht ein Bedarf an beweglichen Geräten, die bei saisonmäßigen oder anderen vorübergehenden Anforderungen (z. B. bei Tagungen, Versammlungen) in kürzester Zeit die Herstellung einer zusätzlichen Sprechmöglichkeit auf vorhandenen Freileitungen gestatten. Außerdem kann ein solches Gerät an beliebiger Stelle einer Freileitung, also auch auf freier Strecke (z. B. bei Streckenbau, Rangierdienst oder bei Unglücksfällen) angeschlossen werden, ohne das auf der betreffenden Leitung etwa geführte Niederfrequenzgespräch zu stören. Einfache Bedienbarkeit, unabhängige Stromversorgung und geringes Gewicht sind Grundbedingung. — Ein Gerät, das diese Aufgaben erfüllt, wird von L. Graf und G. Armbruster beschrieben. Es ist für ein zusätzliches Trägerfrequenzgespräch auf Freileitungsabschnitten bis zu etwa 200 km Länge verwendbar. Für die Übertragung wird das Frequenzgebiet von 3400 bis 8200 Hz benutzt. Durch einfachen Aufbau und Verwendung hochwertiger Einzelteile geringen Gewichts- und Raumbedarfs wurde es ermöglicht, sämtliche zu einer Endstelle gehörigen Geräte in zwei Koffern (500 · 366 · 200 mm) unterzubringen. Hinzu kommt noch ein Batteriekoffer gleicher Abmessungen. Das Gesamtgewicht einer Endstelle beträgt etwa 60 kg. [L. Graf und G. Armbruster, Veröff. Nachr.-Techn. 5 (1935) S. 273.] *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 383 : 621. 317. 715. 5 **Lichtelektrische Verstärkung kleiner Galvanometerausschläge.** — Die hier beschriebene Anordnung gehört zu den in den letzten Jahren in verschiedenen Abarten beschriebenen Geräten, die sämtlich den Zweck haben, kleine Ausschläge empfindlicher

[1]) Reichsministerialblatt 1936, S. 60.
[2]) Elektr. Nachr.-Techn. 11 (1934) S. 75.

Galvanometer optisch, elektrisch oder sonstwie zu vergrößern und dadurch Systeme mit großer abgebbarer Leistung und hoher Spannungsempfindlichkeit zu schaffen, die gegenüber den stromempfindlichen normalen Röhrenverstärkern besonders in Verbindung mit Generatoren oder Schaltungen von kleinem inneren Widerstand (Thermoelemente, Photoelemente) brauchbar sind. In Abb. 6, die den grundsätzlichen Aufbau der Schaltung zeigt, bedeutet U_x die zu messende Spannung, deren Abgleich gegen die am Widerstand R_1 abfallende Kompensationsspannung von dem Nullgalvanometer G verfolgt wird. G ist ein fast richtkraftloses Drehspul-Spiegelgalvanometer, welches bei Abweichungen aus der Nullage nach der einen oder anderen Seite Licht von der Lampe L auf eine der beiden Photozellen Z_1 bzw. Z_2 wirft. Die Kombination aus dem Widerstand R_3 und dem Kondensator C dient zur elektrischen

U_x zu messende Spannung — L Lampe
R_1, R_2, R_3 Widerstände — Z_1, Z_2 Photozellen
G Nullgalvanometer — C Kondensator

Abb. 6. Lichtelektrischer Verstärker.

Dämpfung des Galvanometerkreises, da eine Dämpfung üblicher Art durch Kurzschlußrahmen oder dgl. bei den verwendeten kleinen Ausschlägen nicht hinreichen würde. Von dem bei Änderungen der Gitterspannung infolge von Belichtungen einer der beiden Zellen geänderten Anodenstrom der Röhre wird an R_1 der zur Kompensation und Rückführung des Galvanometers dienende Spannungsabfall hervorgerufen. Die Bedeutung der übrigen Bauteile ergibt sich aus dem Schaltbild. Die in der Arbeit eingehend beschriebene Ausführung dieser Verstärkeranordnung ist für vollen Netzanschluß gebaut. Bei Verwendung eines 10 bzw. 1000 Ω-Galvanometers ist die Ansprechempfindlichkeit 10^{-5} V bzw. 10^{-8} A, wodurch unabhängig von Meßbereich und Ausschlag der durch die Schaltung selbst bedingte Fehler gegeben ist. Als Anzeigegerät ist außer einem Zeigerinstrument ein Tintenschreiber vorgesehen. [R. W. Gilbert, Rev. sci. Instrum. 7 (1936) S. 41.] *Swg.*

Verschiedenes.

Maschinentechnische und elektrotechnische Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. — Im neuen Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal (Harz) finden unter Leitung von Professor Süchting, wie in den sechs Vorjahren, so auch 1936 wieder zwei praktische Ferienkurse zwecks Auffrischung oder Nachholung der Fertigkeit im Bedienen und Untersuchen von wichtigen Maschinen und Apparaten statt, und zwar:

Kurs I vom 6. bis 11. 7. 1936 für maschinentechnische Übungen,

Kurs II vom 20. bis 25. 7. 1936 für elektrotechnische Übungen.

Nähere Angaben über Art und Handhabung, Programm und Honorar enthält das „Auskunftsblatt", das jedem Interessenten auf Anfordern vom Institut Clausthal-Zellerfeld 1, Robert-Koch-Straße 2, kostenlos übersandt wird.

AUS LETZTER ZEIT.

Stellungslose Ingenieure. — Der Ingenieurdienst E.V., an dem auch der VDE beteiligt ist, hat kürzlich eine Denkschrift herausgegeben, die sich mit der Frage der erwerbslosen älteren Ingenieure befaßt. Noch immer sind 6600 Ingenieure arbeitslos (darunter 21,3 % Elektrotechniker), die vorwiegend im Alter von 35 bis 59 Jahren stehen, und das bei dem heute bereits fühlbaren Mangel an Ingenieuren, der z. Z. etwa 4000 beträgt und bis 1942 vermutlich auf 10 000 anwachsen wird. Es ist unverständlich, daß heute noch Bewerber abgelehnt werden lediglich weil sie „zu alt" seien. Die Denkschrift ruft die Wirtschaft dazu auf, dieses unbegründete und auch wirtschaftlich falsche Vorurteil fallen zu lassen. Der Reichsluftfahrtminister Generaloberst Göring ist der Wirtschaft mit gutem Beispiel vorangegangen, indem er verfügte, im Ministerium und den unterstellten Formationen ehemalige Zahlmeister einzustellen, die zwischen 48 und 60 Jahren alt sein müssen.

Richtungszeichen an Straßenbahnwagen. — Durch die im Frühjahr 1934 erlassene neue Reichsstraßenverkehrsordnung wird der Straßenverkehr im gesamten Reichsgebiet nach einheitlichen Vorschriften geregelt. Auch für den Betrieb der Straßenbahnen gelten diese Vorschriften. Neben der Vorschrift, die Wagen mit Rückstrahlern auszurüsten, wurde auch die Einführung von Einrichtungen verlangt, die anderen Verkehrsteilnehmern eine beabsichtigte Änderung der Fahrtrichtung anzeigen. Verschiedene Einrichtungen wurden untersucht, die schließlich zu den von der BVG entwickelten Fahrtrichtungslampen führten[1]). Zur Ausrüstung eines Triebwagens gehören vier an den Schultersäulen des Wagenkastens in etwa 2 m Höhe angebrachte Fahrtrichtungslampen, die durch Schalter (an jedem Führerstand einer) in Reihe mit einem Vorwiderstand unmittelbar an die Fahrleitungsspannung angeschlossen werden. Für die Bedienung der Schalter ist je Wagen ein abziehbarer Schaltschlüssel vorhanden. Beim Einschalten leuchtet jeweils die in Fahrtrichtung vordere Lampe auf. Das Aufleuchten wird durch eine Kennlampe im Gehäuse des Betätigungsschalters angezeigt. Zur Signalgabe dient eine normale, im Bahnbetrieb bereits bewährte signalrot besprühte Glühlampe, die in einer wasserdichten Armatur mit dem Kolben nach unten eingeschraubt und gegen unmittelbare Einwirkungen des Sonnenlichtes durch einen Schirm geschützt ist. Der Betrieb seit dem 1. 4. 1936 hat gezeigt, daß diese Einrichtung den Anforderungen im Straßenverkehr entspricht. *Kü.*

Rekordfahrt des turboelektrischen Schiffes „Potsdam". — Das Fahrgastschiff „Potsdam" des Norddeutschen Lloyd[2]) hat mit seiner Ostasienreise im Mai dieses Jahres einen Rekord aufgestellt. Insgesamt wurden 25 686 Seemeilen in 66 Tagen zurückgelegt und 27 Häfen bedient; die Fahrt von Bremen nach Singapore und Shanghai ist die schnellste, die jemals von einem Handelsschiff zwischen Europa und Ostasien ausgeführt wurde.

Bildtelegraphenverkehr mit Polen. — Am 1. 6. ist der Bildtelegraphenverkehr zwischen Warschau und Berlin aufgenommen worden. Es sind Bildtelegramme bis zur Größe von 13 × 18 cm zugelassen.

Deutsche Lieferungen für das Ausland. — Für die im Laufe des Jahres 1935 von den Dänischen Staatsbahnen mit eigenen Leuten gebaute Fahrleitungsanlage auf der etwa 11 km langen zweigleisigen Strecke von Hellerup nach Holte wurde von der Brown Boveri & Cie. AG. fast sämtliches Oberleitungsmaterial aus Deutschland geliefert. Diese Nachbestellung zeugt dafür, daß die von der gleichen Firma 1933/34 erbaute etwa 70 km lange Fahrleitungsanlage für die Strecken Kopenhagen Hbf. bis Klampenborg sowie Frederiksberg—Vanlose—Hellerup und für die südlich von Kopenhagen Hbf. nach Valby verlaufende Strecke[3]) betrieblich befriedigt hat. — Die Siemens & Halske AG. erhielt kürzlich von der Norwegischen Telegraphenverwaltung einen größeren Auftrag auf die Ausrüstung verschiedener Fernsprechleitungen mit den Einrichtungen zur Übertragung von Rundfunkdarbietungen. Die Einrichtungen sollen den Programmaustausch zwischen Oslo und den Aufnahmeräumen und Sendern im Süden des Landes ermöglichen.

[1]) W. Benninghoff, Verkehrstechn. 17 (1936) S. 107.
[2]) Beschreibung: ETZ 56 (1935) S. 809.
[3]) Vgl. ETZ 57 (1936) H. 12, S. 327 u. H. 19, S. 534.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Das neue Patentgesetz vom 5. Mai 1936.

Von Karl Kahle VDE, Berlin.

347·77

Schon seit Jahrzehnten arbeitet die Reichsregierung an der Umgestaltung des aus dem Jahre 1891 stammenden Patentgesetzes. Sie brachte im Jahre 1913 einen Entwurf zu einem neuen Patentgesetz heraus, der aber infolge des Krieges nicht zur Vorlage an Reichstag und Bundestag gelangt ist. Der nationalsozialistischen Regierung, der naturgemäß dies Rechtsgebiet mit starkem sozialen Gehalt besonders am Herzen liegen mußte, war es vorbehalten, diese Arbeiten, die dauernd in Fluß geblieben waren, zum Abschluß zu bringen und dem deutschen Volke mit den vier Gesetzen vom 5. 5. 1936[1]) eine Regelung des gesamten gewerblichen Rechtsschutzes auf weite Sicht an die Hand zu geben, die den neuen Rechtsanschauungen und dem Stande der wirtschaftlichen Verhältnisse angepaßt ist. Das erste dieser Gesetze betrifft die Patente, das zweite die Gebrauchsmuster, das dritte die Warenzeichen und das vierte die patentamtlichen Gebühren.

Das wichtigste unter ihnen ist das Patentgesetz. Schon sein äußerer Umfang, der von 40 auf 60 Paragraphen gestiegen ist, läßt auf weitgehende Umgestaltung schließen. Wenn diese zum Teil auch darauf beruht, daß die im Laufe der letzten Jahre entstandenen Novellen und Verordnungen zum alten Gesetze nunmehr Inhalt des neuen Gesetzes geworden sind, so sind doch auch eine Reihe wichtiger neuer Änderungen und Zusätze zu verzeichnen. Sie betreffen in der Hauptsache die Stellung des Erfinders und die wirtschaftliche Ausnutzung der Erfindung und außerdem eine Neuordnung des vielumstrittenen Verfahrens in Patentstreitsachen. Im folgenden sollen die wichtigsten Änderungen ihrem Inhalte und ihrer Auswirkung nach umrissen und zum Schlusse auch die übrigen Gesetze gestreift werden.

Der erste Abschnitt „Das Patent" behandelt das materielle Patentrecht. Die materiellen Erfordernisse für die Erteilung eines Patents haben nur insofern eine Änderung erfahren, als eine auf den Erfinder zurückzuführende Beschreibung oder Benutzung als neuheitsschädlich außer Betracht bleibt, vorausgesetzt daß sie innerhalb von sechs Monaten vor der Anmeldung erfolgt ist (§ 2).

Die wichtigste Änderung im ganzen Gesetz bringt aber § 3, nach dem der Erfinder und nicht mehr der Anmelder das Recht auf das Patent hat. Trotzdem gilt nach § 4 der Anmelder im Verfahren vor dem Patentamt als berechtigt, die Erteilung des Patents zu verlangen. Das Patentamt verhandelt also zunächst mit dem Anmelder, eine Feststellung des Erfinders von vornherein, wie sie z. B. in den V. S. Amerika vorgeschrieben ist, würde das Verfahren verzögern und auch überflüssig sein, wenn die Anmeldung überhaupt nicht zum Patent führt. Ist aber das Verfahren soweit gediehen, daß die Erteilung eines Patents nicht als ausgeschlossen erscheint, daß also die Bekanntmachung der Anmeldung bevorsteht, so hat nach § 26, 6 der Anmelder den Erfinder zu benennen und zu versichern, daß weitere Personen seines Wissens an der Erfindung nicht beteiligt sind, und gegebenenfalls zu erklären, wie das Recht auf das Patent an ihn gekommen ist. Der Erfinder ist dann gemäß § 36 in den amtlichen Bekanntmachungen über die Anmeldung und das Patent zu benennen und in der Rolle zu vermerken. Nur auf ausdrücklichen Antrag des Erfinders hat die Benennung zu unterbleiben. Bei unrichtiger Benennung ist dem Erfinder die Zustimmung zur Richtigstellung zu erklären, die durch Klage erzwingbar ist.

Mit dieser Änderung soll aber nicht nur die Erfinderehre befriedigt werden, sie ist auch von wichtiger materieller Bedeutung insbesondere für die Erfindungen der Angestellten. Im Grunde genommen hatte auch nach dem alten Gesetz der Erfinder das Recht auf das Patent, der Anmelder galt aber dem Patentamt solange als Erfinder, wie dieser schwieg. Im neuen Gesetz ist aber deutlich ausgesprochen, daß der Erfinder der Berechtigte ist. Der Anmelder muß aus sich heraus und nicht erst auf Vorgehen des Erfinders die Karten aufdecken. Dadurch sind die Voraussetzungen für eine grundsätzliche Verständigung von vornherein, z. B. zwischen Unternehmen und Angestellten, verbessert. Ist eine Verständigung nicht zu erzielen, so bleibt dem Erfinder wie früher der Weg des Einspruchs auf Grund widerrechtlicher Entnahme vor dem Patentamt gemäß § 4, 3, oder auch der Weg der Klage vor den ordentlichen Gerichten gemäß § 5, der ihm auch früher aus allgemeinen Rechtsgründen offenstand, jetzt aber ausdrücklich vorgesehen ist. Die Rechtsstellung des Erfinders ist also wesentlich gesicherter geworden.

Das Patent entsteht im Kopfe des Erfinders, aber auf dem Boden des Volkes. Dem Erfinder gebührt daher zwar das erste Recht auf die Erfindung, aber nur so weit, als die Volksgemeinschaft nicht ein höheres Recht darauf hat. Dieser Gedanke hat schon im alten Gesetz Berücksichtigung gefunden, in dem neuen Gesetz ist ihm dadurch stärker Rechnung getragen worden, daß ein erweitertes Vorbenutzungsrecht für das Reich und die selbständigen Reichsverkehrsanstalten (Reichsbahn und Reichspost) geschaffen ist (§ 7,2). Zur Entstehung des Vorbenutzungsrechts diesem gegenüber genügt es, wenn die Erfindung vor ihrer Anmeldung in einem amtlichen Schriftstück für Sachverständige verständlich aufgezeichnet war, während zur Entstehung des Vorbenutzungsrechts bei beliebigen Dritten die Erfindung bekanntlich in Benutzung genommen sein muß. Zum Vorbenutzungsrecht ist noch zu bemerken, daß für seine Entstehung gegebenenfalls die Priorität der Anmeldung aus dem Unionsvertrage oder die aus dem Ausstellungsschutz als Stichtag gilt (§ 7,3). Im Prioritätsintervall kann also ein Vorbenutzungsrecht nicht entstehen, was früher umstritten war.

Die Dauer des Patents beträgt weiterhin 18 Jahre. Was die Patentgebühren betrifft, so ist an Stelle der früheren Erteilungsgebühr eine Bekanntmachungsgebühr getreten, die gemäß § 31 binnen zwei Monaten seit Zustellung des Bekanntmachungsbeschlusses zu zahlen ist. Die weiteren Patentgebühren sind erst vom dritten Jahre an zu entrichten. Ihre Höhe ist aus dem Gebührengesetz zu ersehen. Für die Gesamtdauer des Patents sind in steigenden Jahresraten im ganzen 6100 RM zu zahlen, für das 3. und 4. Patentjahr je 30, für das 18. Jahr 1000 RM.

Das neue Gesetz nimmt sich nach Möglichkeit der wirtschaftlich schwachen Erfinder an und sucht ihnen in jeder Weise bei der Nachsuchung und Verteidigung ihrer Patente zu helfen. Die ihnen bei der Zahlung der Patentgebühren in den letzten Jahren auf dem Verordnungswege zugestandenen Erleichterungen und Vergünstigungen sind im § 11 zusammengefaßt und noch erweitert worden. So können beim Nachweis der Bedürftigkeit die Gebühren für die Bekanntmachung und für das 3. bis 6. Jahr bis zum Beginn des 7. gestundet und, wenn das Patent innerhalb der ersten 7 Jahre erlischt, erlassen werden. Dem Erfinder ist dadurch weitgehende Gelegenheit geboten, seine Erfindung zu verwerten, ohne durch Patentgebühren belastet zu werden. Um in den Genuß der sonstigen Zahlungserleichterungen zu kommen, genügt nach dem neuen Gesetz schon der Nachweis, daß dem Anmelder bzw. Patentinhaber die Zahlung nach Lage seiner Mittel zur Zeit nicht möglich ist.

Eine weitere wesentliche Hilfe bringt den wirtschaftlich schwachen Erfindern, die häufig keine Möglichkeit haben, ihre Erfindung zur Ausführung zu bringen, der § 14, nach dem sich die Jahresgebühren auf die Hälfte ermäßigen, wenn sich der Patentsucher oder Patentinhaber dem Patentamt gegenüber schriftlich bereit erklärt, die Benutzung seiner Erfindung jedermann gegen angemessene Vergütung zu gestatten (Lizenzbereitschaft).

Wichtige Änderungen sind auf dem Gebiete der Zwangslizenzen erfolgt. Das für ihre Erteilung notwendige öffentliche Interesse wird nicht mehr wie früher im richterlichen Verfahren vor dem Patentamt bzw. Reichsgericht, sondern auf dem Verwaltungswege durch die Reichsregierung festgestellt. Nach § 15 ist nämlich zur Erteilung einer Zwangslizenz eine Erklärung der Reichregierung erforderlich, die Lizenz sei geboten, um

[1]) Reichsgesetzblatt Teil II, S. 117.

die Belange der Volkswirtschaft zu wahren. Neu ist ferner, daß Zwangslizenzen durch einstweilige Verfügung erteilt werden können, nämlich dann, wenn der Antragsteller glaubhaft macht, daß die Voraussetzungen für die Erteilung der Zwangslizenz gegeben sind, und dazu eine Erklärung der Reichsregierung vorlegt, daß die alsbaldige Erteilung zur Abwendung wesentlicher Nachteile für die Volksgemeinschaft dringend geboten erscheint. Vom Antragsteller kann dann wegen der dem Patentinhaber drohenden Nachteile Sicherheitsleistung gefordert werden.

Soweit die Änderungen des materiellen Rechts. Die Organisation des Patentamts, der der zweite Abschnitt des Gesetzes gewidmet ist, hat keine wesentliche Änderung erfahren. Die Zuständigkeiten sind, wie sie sich im Laufe der Zeit unter Abänderung der Bestimmungen des alten Gesetzes gebildet hatten, durch § 18 festgelegt worden: Prüfungsstellen für die Prüfung der Anmeldungen und die Erteilung der Patente, Patentabteilungen für das Einspruchverfahren und für die Verwaltung der Patente, Senate für Beschwerden, Anträge auf Nichtigkeit und Zurücknahme und für Zwangslizenzen. Der durch die Novelle vom 1. 2. 1926 geschaffene Große Senat, der zu entscheiden hat, wenn ein Beschwerdesenat in einer grundsätzlichen Frage abweichen will, hat unter § 19 Aufnahme im Gesetz gefunden.

Von Wichtigkeit ist auch, daß nach § 25 in der Rolle nunmehr auch ausschließliche Lizenzen und ferner die oben erwähnte Lizenzbereitschaft (§ 14) vermerkt werden.

Auch das Verfahren in Patentsachen, das im dritten Abschnitt behandelt wird, ist in seinen Grundzügen unverändert geblieben. Für die Anmeldung von Erfindungen werden nach § 26, 3 noch neue Bestimmungen erlassen werden. Eine Neuerung besteht darin, daß nach § 26, 4 der Anmelder auf Verlangen des Patentamts den Stand der Technik nach seinem besten Wissen vollständig und wahrheitsgemäß anzugeben und in die Beschreibung aufzunehmen hat. Das dient zur Klarstellung der Erfindung und erleichtert die Auslegung des Patents.

Für Anmeldungen unter Inanspruchnahme einer ausländischen Priorität mußte bisher die sogenannte Prioritätserklärung über Zeit und Land der Voranmeldung bei der Anmeldung erfolgen, nach § 27 des neuen Gesetzes binnen einer Frist von zwei Monaten nach Einreichung der Anmeldung. Damit ist die Gefahr, den Prioritätsanspruch durch verspätete Abgabe der Prioritätserklärung aus rein formalen Gründen zu verlieren, wesentlich verringert worden.

Nach § 32 sind die Vorschriften über Erhebung eines Einspruchs dahin verschärft worden, daß die Tatsachen, auf die sich der Einspruch stützt, bis zum Ablauf der Einspruchfrist schriftlich angegeben werden müssen. Dadurch wird der Verschleppung von Einsprüchen vorgebeugt. Damit der Einsprechende zur Ermittlung dieser Tatsachen genügend Zeit hat, ist die Einspruchsfrist von zwei auf drei Monate verlängert worden.

Für die Nichtigkeitsklage ist es bei der vielumstrittenen sogenannten Präklusivfrist von 5 Jahren geblieben, innerhalb derer die Klage zu erheben ist (§ 37). Für das Berufungsverfahren vor dem Reichsgericht bringt der § 42, 4 eine Vergünstigung für bedürftige Nichtigkeitsbeklagte, die von der Entrichtung der Gerichtskosten einschließlich der Zeugen- und Sachverständigengebühren einstweilen befreit werden können. Auch der Nichtigkeitskläger genießt diese Vergünstigung, wenn gegen ihn eine Klage wegen Verletzung des streitigen Patents anhängig ist. Wirtschaftlich schwache Personen brauchen sich also nicht mehr durch hohe Kosten, deren Aufbringung ihnen schwer fällt, davon abhalten zu lassen, ihre Rechte bis in die höchste Instanz zu verfolgen.

In § 43 hat die aus der Kriegszeit in das patentamtliche Verfahren aufgenommene Wiedereinsetzung in den vorigen Stand wegen Versäumung einer gesetzlichen Frist ihren Platz gefunden, sie ist jetzt allgemein auf den unabwendbaren Zufall abgestellt. Neu und zweckmäßig ist hierbei die Bestimmung, daß derjenige, der im Inlande ein Patent, das infolge der Wiedereinsetzung wieder in Kraft tritt, in der Zwischenzeit in Benutzung genommen hat, zur Weiterbenutzung für die Bedürfnisse seines eigenen Betriebes befugt ist.

Der im alten Gesetz mit „Strafen und Entschädigung" bezeichnete vierte Abschnitt trägt jetzt die Überschrift „Rechtsverletzungen". Als Schutzmittel des Patentinhabers gegen Verletzungen hat hier im § 47 neben dem alten Anspruch auf Entschädigung nun auch der durch die Rechtsprechung entwickelte Anspruch auf Unterlassung der verletzenden Handlung ausdrücklich Aufnahme gefunden. Die Schadenersatzpflicht bei fahrlässiger Patentverletzung ist (auch wohl im Hinblick auf wirtschaftlich Schwache) für den Fall leichter Fahrlässigkeit durch § 47, 1 dahin gemildert worden, daß statt auf Schadenersatz auf eine Entschädigung erkannt werden kann, die zwischen dem Schaden des Verletzten und dem Vorteil des Verletzers liegt. Verschärft ist dagegen die Strafbestimmung wegen vorsätzlicher Verletzung, die allein mit Gefängnis und nicht mehr mit Geld bestraft werden kann (§ 49). Daneben kann allerdings nach § 50 auf Verlangen des Geschädigten noch auf eine Buße erkannt werden, durch die dann alle weiteren Entschädigungsansprüche ausgeschlossen sind.

Von großer Wichtigkeit ist der neue fünfte Abschnitt, der erstmalig das „Verfahren in Patentstreitsachen" im Rahmen des Patentgesetzes festlegt. Bekanntlich wurde hier vielfach eine Verstärkung des technischen Einflusses in der Rechtssprechung gewünscht in der Erwartung, daß dadurch eine bessere rechtliche Würdigung des technischen Streitstoffs erzielt werden würde. Es hat nicht an Vorschlägen gefehlt, die Patentstreitsachen einem besonderen Patentgerichtshof in Anlehnung an das Patentamt zu überweisen oder doch wenigstens hierfür den ordentlichen Gerichten Techniker als Richter zuzuweisen. Diese Vorschläge schossen vielfach über das Ziel, das neue Gesetz geht einen Mittelweg.

Nach § 51 bleiben die Landgerichte in Patentstreitsachen ohne Rücksicht auf den Streitwert zuständig. Um sie zur Beurteilung der technischen Tatbestände besser zu befähigen, ist nach § 52 eine Fühlungnahme und Zusammenarbeit mit dem Patentamt vorgesehen. Danach haben die Gerichte in Patentstreitsachen dem Präsidenten des Patentamts Abschriften von allen Schriftsätzen, Protokollen, Verfügungen und Entscheidungen zu übersenden, so daß dieser über alle Prozesse auf diesem Gebiete im Bilde ist. Er kann dann aus sich heraus aus den Mitgliedern des Amtes, die besondere Sachkunde auf dem betreffenden engeren Gebiete der Technik besitzen, einen Vertreter bestellen, der befugt ist, den Gerichten schriftliche Erklärungen abzugeben und in den Terminen Ausführungen zu machen und Fragen zu stellen. Der Präsident kann aber auch auf Ersuchen des Gerichts einen solchen sachverständigen Vertreter in die mündliche Verhandlung entsenden, wenn er annimmt, daß dieser durch nähere Mitteilungen über den Gang des Erteilungsverfahrens zur besseren Beurteilung des Sachverhalts und zu seiner richtigen Würdigung beitragen kann. In dem Ersuchen sind die Punkte anzugeben, die aufklärungsbedürftig sind. Statt einen Vertreter zu entsenden, kann der Präsident zu dem Ersuchen auch schriftlich Stellung nehmen. Das Gericht kann den vom Präsidenten bestimmten Vertreter zur Beratung hinzuziehen.

Bis auf die Bestimmung, daß der Präsident des Patentamts durch die Gerichte auf dem Laufenden zu halten ist, handelt es sich also lediglich um Kann-Vorschriften. Es wird von ihrer Handhabung abhängen, wie weit dadurch den Klagen über die Rechtsprechung in Patentstreitsachen der Boden entzogen werden wird.

Auch im Patentstreit soll wirtschaftlich schwachen Parteien nach § 53 dadurch geholfen werden, daß ihre Gerichts- und Anwaltskosten nach einem ihrer Wirtschaftslage angepaßten Teil des Streitwertes bemessen werden können.

Schließlich sollen nach § 54 zum Schutze des kleinen Erfinders gegen übermächtige Gegner, die ihm nacheinander mit mehreren Klagen auf Grund verschiedener einander verwandter Patente zu Leibe rücken können, solche Stufenklagen nur dann erhoben werden können, wenn es dem Kläger ohne Verschulden nicht möglich war, alles in einer Klage vorzubringen.

Der sechste Abschnitt enthält nur den einen § 55 und betrifft die „Patentberühmung". Danach soll derjenige, der sich für einen Gegenstand in Aufschriften und Anzeigen eines Patents berühmt, auf Verlangen eines jeden, der ein berechtigtes Interesse daran hat, verpflichtet sein, das betreffende Patent anzugeben, wodurch ihm eine Grundlage für ein Vorgehen nach dem bürgerlichen Recht geschaffen wird. Die Strafvorschrift

des alten Gesetzes ist hier fallen gelassen, das Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb gewährt in dieser Beziehung die nötige Handhabe.

Der siebente Abschnitt bringt die Übergangsbestimmungen, nach denen das Gesetz am 1. 10. 1936 in Kraft tritt. Wegen ihrer Einzelheiten muß auf das Gesetz selbst verwiesen werden.

Damit wären die wichtigsten Änderungen, die das neue Patentgesetz gebracht hat, erschöpft.

In dem neuen Gebrauchsmustergesetz sind die Bestimmungen über Anmeldung, Schutzfähigkeit und Rechtswirkung der Gebrauchsmuster in den Grundzügen unverändert geblieben. Im übrigen ist das Gesetz in vielen Punkten dem neuen Patentgesetz angepaßt, so bezüglich der Erleichterungen und Vergünstigungen, die den wirtschaftlich schwachen Erfindern eingeräumt sind. Die wichtigste Änderung besteht darin, daß die Beschlußfassung über Löschungsanträge nicht mehr den ordentlichen Gerichten belassen, sondern einer beim Patentamt zu bildenden Abteilung für Gebrauchsmuster übertragen ist (§ 4, 4). Gegen den Beschluß dieser Abteilung ist nach § 10 innerhalb eines Monats die Beschwerde zulässig, über die einer der im § 18 des Patentgesetzes bezeichneten Beschwerdesenate entscheidet (§ 4, 5).

Das neue Warenzeichengesetz weist wesentliche Neuerungen nicht auf, die hier zu besprechen wären.

Die neuen Gesetze geben Deutschland auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes die führende Stellung in der Welt. Der soziale Einschlag, der in ihnen überall zum Ausdruck kommt, gewährt allen Volksgenossen einen Anreiz, sich am technischen Wettstreit zu beteiligen. Allgemein wird anerkannt, daß die Technik durch den staatlichen Schutz der Erfindungen eine wesentliche Förderung erhält. Die Weiterentwicklung dieses Schutzes durch die neuen Gesetze wird also der deutschen Technik zugute kommen und zur Kräftigung ihrer Weltgeltung beitragen.

Das Elektromaterial-Abkommen zur Bereinigung des Elektromarktes.

Von Obering. **E. Matthies VDE**, Berlin.

621. 315. 6 + 621. 316 : 658. 8

Unter den Wirren der dem Kriege nachfolgenden Inflationszeit und dem kraft- und machtlosen Verhalten der damaligen marxistischen Regierung hatte die deutsche Wirtschaft im besonderen Maße zu leiden. Der Handel blühte zwar, aber es war nur eine Scheinblüte, während das berufsständische Handwerk notdürftig sein Dasein fristete und durch unlauteren Wettbewerb dem Niedergang anheimfiel. In diesen Strudel des Verderbens wurde auch die Elektrowirtschaft hineingerissen, und ihr Niedergang wirkte sich besonders nach der Seite der Unsicherheit der elektrische Energie Verbrauchenden aus. Bei der Herstellung von elektrischen Geräten usw. wurde vielfach nicht mehr auf Güte gesehen, sondern der billige Preis war bestimmend, unter dem naturgemäß die erforderliche Sicherheit leiden mußte. Durch die Möglichkeit des Kaufs von Installationsbauteilen im freien Handel und durch das Fehlen von Handwerkerverordnung und Zulassungsgrundsätzen war es jedermann möglich, Installationsanlagen auszuführen; die Schwarzarbeit und die Selbstinstallation durch Laien nahm immer mehr zu. Durch die Unkenntnis in der vorschriftsmäßigen Ausführung solcher Anlagen wurde Unsicherheit in diese hineingetragen, die auch nicht immer durch die Prüfung dieser Anlagen durch die Elektrizitätswerke behoben werden konnte.

Das Dritte Reich erst brachte einigermaßen Ordnung in diese unmöglichen Zustände durch Erlaß einer Handwerkerverordnung, von Zulassungsgrundsätzen und durch Verbot der Schwarzarbeit, aber die Quelle des Übels war damit noch nicht unterbunden. Der Schwarzarbeiter konnte nach wie vor seinem unlauteren Gewerbe nachgehen, weil die Gesetze und Verordnungen kein Verbot aussprachen betreffs des Handels mit Elektrobauteilen, und zum anderen hatte der Käufer zu sehr Gefallen gefunden an den billigen Elektroteilen, die er weiterhin verlangte und die der Handel ihm aus eigennützigen Gründen auch anbot.

Das Wiederaufblühen der Industrie und die damit zunehmende Verminderung der Arbeitslosigkeit ließen den Stromabsatz der Elektrizitätswerke wieder ansteigen, die Bautätigkeit insbesondere durch Siedlungen fernab vom Getriebe der Großstädte ließ die Verwendung der elektrischen Energie einen gewaltigen Aufschwung nehmen. Die Verwirklichung der vom VDE immer betonten Verpflichtung, dem Stromverbraucher auch die Sicherheit zu gewährleisten, auf die er unbedingt Anspruch hat, wurde also nun dringlicher. Es galt jetzt, die maßgebenden Kreise für die Bereinigung im Elektrofach zu gewinnen und Handel und Gewerbe zu ehrlichen, aufbauenden Grundsätzen zurückzuführen, und es bedurfte nur eines systematischen Angriffs auf das Verantwortungsgefühl der interessierten Fachkreise, um die Zustimmung zu einem Abkommen[1]) zu erreichen, das von großer Tragweite zum Nutzen der Stromverbraucher und auch zum Nutzen von Handel und Gewerbe sein würde.

[1]) „Abkommen über Vertrieb und Verarbeitung elektrotechnischer Artikel, insbesondere Installationsmaterial, Regelung des Verkaufs von Installations-Baumaterial." Genehmigt vom Reichswirtschaftsminister am 22. 4. 1936.

Zu dem Wortlaut des Abkommens ist zu sagen, daß es kein Paragraphenedikt werden sollte. Es wendet sich an diejenigen, die guten Willens sind und am Aufbau der deutschen Elektrowirtschaft im Sinne des Nationalsozialismus mitarbeiten wollen. Das bedingt aber auch vor allem, daß man einen vorübergehenden persönlichen wirtschaftlichen Nachteil im Interesse des Volksganzen und der Sache an sich in den Kauf nimmt.

Von größter Tragweite in dem Abkommen ist wohl der Teil, der die Einigung des Elektrofachhandels mit dem Reichsverband der Mittel- und Großbetriebe (Warenhausverband) behandelt. Es war ja aller Welt bekannt, daß in den letzten Jahren in den Warenhäusern, Einheits- und Kleinpreisläden dem Elektrofachhandel ein großer Wettbewerber entstanden war. Das große Interesse, welches die Allgemeinheit an dem Kauf in diesen Häusern hatte, erstreckte sich naturgemäß auf sämtliche dort ausliegenden Dinge, zumal der Preis meistens niedriger war als in den Fachläden. Der Umsatz an Elektrobaumaterial war ganz bedeutend, da nicht nur der Schwarzarbeiter, sondern vielfach auch der Elektroinstallateur, durch die Not und den Konkurrenzkampf dazu gedrängt, dort seinen Bedarf deckte.

Der Elektrofachhandel hatte bereits die größten Anstrengungen gemacht, diesen Wettbewerb auszuschalten, allerdings ohne Erfolg. Der immer vorteilhafteste Weg einer freiwilligen Einigung mußte beschritten werden auf Grund gegenseitigen Vertrauens und Verständnisses. In diesem Sinne wurden vor einiger Zeit die Verhandlungen mit dem Warenhausverband aufgenommen, und sie führten zu einem vollen Erfolg. Es sei jedoch an dieser Stelle ausdrücklich gesagt, daß das getroffene Abkommen die allgemeine Warenhausfrage nicht berührt; die Lösung dieser Frage ist einzig und allein Sache der Regierung, und mit der Einigung soll in keiner Weise einer regierungsseitigen Regelung vorgegriffen werden.

Die getroffene Einigung besteht also darin, daß der Warenhausverband in Zukunft auf den Verkauf von Elektrobaumaterial verzichtet. Als Gegenleistung dafür verpflichteten sich die Fachverbände, auf Sondermaßnahmen gegen die Warenhäuser, sei es durch Anträge beim Reichswirtschaftsministerium, sei es durch Lieferungssperren oder ähnliches, in Zukunft nicht mehr hinzuwirken. Da ferner der Schwarzarbeiter die benötigten Elektrobauteile nicht nur in den Warenhäusern kaufte, sondern auch in den Fachgeschäften, mußte selbstverständlich auch von diesen die Verpflichtung übernommen werden, solches Material nur an die für Ausführung von Starkstromanlagen Berechtigten abzugeben. Mit dieser Regelung dürfte der Schwarzarbeit ein starker Riegel vorgeschoben sein, vorausgesetzt, daß alle sich streng an die getroffenen Abmachungen halten.

Was unter Elektrobaumaterial zu verstehen ist, ist im Abkommen genau aufgeführt. Überputzschalter und

-steckdosen werden nicht zum Baumaterial im Sinne des Abkommens gerechnet. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß diese Teile zumeist vom Stromabnehmer selbst ausgetauscht werden, wenn sie ihren Zweck nicht mehr erfüllen. Ein Installateur wird selten zu einer solchen Ausbesserung geholt, weil die Montagekosten den Wert der Teile selbst um das Vielfache übersteigen würden. Der Stromverbraucher würde eine solche zwangsweise Verteuerung nicht verstehen und sich lieber mit schadhaften Schaltern und Steckdosen weiter behelfen. Damit ist aber die Möglichkeit gegeben, daß ungewollt Leben und Gesundheit von Volksgenossen geschädigt anstatt geschützt wurde. Um diese Gefahrenquelle zu bannen, und vor allem den mit irdischen Glücksgütern nicht allzu reichlich gesegneten Volksgenossen die Gelegenheit zu belassen, der Gefahr durch Selbstanbringung eines einwandfreien Schalters usw. vorzubeugen, sah man sich veranlaßt, Überputzschalter und -steckdosen für den allgemeinen Kauf freizulassen.

Im ersten Satz des Abkommens heißt es: „Die unterzeichneten Organisationen machen es ihren Mitgliedern zur Pflicht, innerhalb des Deutschen Reiches nur noch elektrotechnische Artikel zu vertreiben und zu verarbeiten, die den jeweils gültigen Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen."

Damit wirkt sich endlich auch auf dem Gebiete der Hausinstallation die mühevolle Arbeit des VDE zum Besten des Volksganzen aus.

Die Erläuterungen zu dem Abkommen mildern diese Bestimmung noch etwas ab, da bei einer sofortigen strengen Durchführung dieser Anordnung für die Elektroindustrie wirtschaftliche Nachteile entstehen würden, was keineswegs der Sinn des Abkommens sein soll. Es wird jedoch erwartet, daß auch nach dieser Richtung hin die Hersteller den Nutzen des Abkommens erkennen und sich in der Herstellung elektrotechnischer Teile, besonders solcher für die Installation, entsprechend den Wünschen von Handel und Gewerbe umstellen werden.

Faßt man das Abkommen kurz zusammen, so lassen sich zwei Richtungen unterscheiden, nach denen es aufgebaut ist:

1. Gewährleistung weitgehender Sicherheit bei der Verwendung elektrischer Geräte,
2. Hebung von Handel und Gewerbe des Elektrofaches.

Beide Ziele werden erreicht, wenn die interessierten Kreise einig bleiben und den Wahlspruch: „Gemeinnutz geht vor Eigennutz" auch in die Tat umzusetzen gewillt sind.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie im ersten Vierteljahr 1936. — Gegenüber dem im letzten Vierteljahr 1935 erreichten Beschäftigungsgrad hat sich die Beschäftigungslage in der elektrotechnischen Industrie infolge verschiedener jahreszeitlicher Einflüsse während des ersten Viertel 1936 leicht abgeschwächt. Die Ausnutzung der Arbeiterplatzkapazität für März zeigt jedoch bereits wieder ein leichtes Ansteigen, während der Beschäftigungsgrad der Angestellten aus verständlichen Gründen von den vorerwähnten Einflüssen überhaupt unberührt blieb. Im Vergleich zu den ersten drei Monaten 1935 ist das sich aus Arbeiterzahl und geleisteter Arbeitszeit ergebende Arbeitsvolumen (Arbeiterstundenkapazität) um rd. 8 % größer. Der absoluten Zahl nach wurden im ersten Vierteljahr 1936 274 000 Menschen in der Elektroindustrie beschäftigt (257 000 i. V.).

Zahlentafel 1. Beschäftigung*) der deutschen Elektroindustrie im ersten Vierteljahr 1936.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität		Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1935	1936	1935	1936	1935	1936	1935	1936
I	67,7	71,8	74,7	85,4	62,7	68,4	7,42	7,60
II	68,0	71,2	75,7	86,0	63,5	68,1	7,48	7,60
III	68,1	71,5	76,4	86,6	63,9	68,4	7,50	7,61
1. Viertelj.	67,9	71,5	75,6	86,0	63,4	68,3	7,47	7,60

*) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamts.

Haushaltelektrisierung in der Tschechoslowakei. — Der Elektrotechnický svaz československý (Tschechoslowakischer elektrotechnischer Verband), der die Elektrizitätswerke und die elektrotechnische Industrie umfaßt, hat seit drei Jahren Erhebungen angestellt über die Verbreitung elektrischer Haushaltgeräte in der Tschechoslowakei. Die sich aus der über die Elektrizitätswerke laufenden Erhebung ergebenden Daten sind in Zahlentafel 1 dargestellt. Die darin angeführten Zahlen sind je nach der Art der Geräte etwa um 25 bis 30 % zu vergrößern, da nicht alle Elektrizitätswerke den Fragebogen beantworteten oder auch Geräte ohne Kenntnis der Elektrizitätswerke angeschlossen worden sind. Bezüglich der Kühlschränke ist zu bemerken, daß vereinzelt kleine Kühlanlagen beim Gewerbe mitgezählt wurden. Die tatsächliche Zahl der Kühlschränke für Haushaltzwecke allein dürfte etwa zwei Drittel der angegebenen Zahlen betragen.

Zahlentafel 1. Haushaltelektrisierung in der Tschechoslowakei.

	Stand am 31. Dezember 1934	Stand am 31. Dezember 1935	Zunahme in %
Einzelkochplatten	22 169	27 100	22
Tischherde	2 718	3 900	43
Bratrohre	247	500	102
Komb. = Bratrohr + Kochplatten	442	770	58,5
Herde (2 Kochpl. + 1 Rohr)	516	1 040	101
Herde (3 Kochpl. + 1 Rohr)	1 049	1 820	73
Herde (4 Kochpl. + 1 Rohr)	392	720	84
Herde (5 Kochpl. + 2 Rohre)	9	11	22
Haubengeräte	799	1 000	27,5
Öfen (z. Heizen)	10 420	11 550	11
Warmwasserspeicher	2 201	2 860	30
Kühlschränke	4 132	4 850	17,5
Waschmaschinen	—	3 480	—

1) ETZ 57 (1936) H. 13, S. 371.

General Electric und Westinghouse im Jahre 1935. — Die beiden großen amerikanischen Starkstromkonzerne haben an der Wirtschaftsbelebung der V. S. Amerika kräftig teilgenommen. Zusammengefaßt liegen die 1935 getätigten Umsätze beider Gesellschaften mit 331,3 Mill Dollar fast um 50 % über dem Tiefstand von 1933 (203,0). Gegenüber dem Vorjahr beträgt der Zuwachs 22 %. Dabei war die Entwicklung während der beiden letzten Jahre bei Westinghouse (Zahlentafel 1) ungleich günstiger als bei der General Electric (Zahlentafel 2), die allerdings auch von der Krise in geringerem Umfang betroffen worden war.

Zahlentafel 1. Westinghouse Electric & Manufacturing Co.[1]).

Jahr	Aktienkapital[2])	Beteiligungen[3])	Umsatz	Reingewinn (+)[4]) bzw. Reinverlust (—)	Beschäftigte Personen
	in 1000 $[5])				
1929	133 316	45 000	216 365	+ 27 063	49 985
1932	133 308	51 861	77 074	— 8 904	23 756
1933	133 316	37 043	66 432	— 8 637	29 980
1934	133 316	37 501	92 159	+ 190	35 281
1935	133 316	25 753	122 589	+ 11 983	34 581

1) Umfassend: Westinghouse Electric & Manufacturing Company, Westinghouse Lamp Company, Westinghouse Electric Elevator Company, The Bryant Electric Company, Westinghouse X-Ray Company Inc. (seit 1932), Westinghouse Electric International Company.

2) Begebenes Aktienkapital, davon von 1929—1935 stets $ 3 998 700 Vorzugsaktien (7%).

3) Einschl. Vorschüsse an Tochtergesellschaften.

4) Nach Abzug aller Steuern, Rückstellungen, Zinsen u. dgl.

5) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in Reichsmark nicht vorgenommen werden.

Zahlentafel 2. General Electric Co.[1]).

Jahr	Aktienkapital[2])	Beteiligungen[3])	Umsatz	Reingewinn (+)[4]) bzw. Reinverlust (—)	Beschäftigte Personen
	in 1000 $[5])				
1929	223 217	183 779	415 338	+ 67 290	87 933
1932	223 217	154 998	147 162	+ 14 404	46 943
1933	223 217	154 682	136 637	+ 13 430	41 560
1934	223 217	156 273	164 797	+ 19 726	49 642
1935	223 217	148 590	208 733	+ 27 844	55 706

1) Ausschließlich Tochtergesellschaften. — Die International General Electric Co. Inc., bei der das Auslandsgeschäft der Muttergesellschaft liegt, erzielte 1935 einen verfügbaren Gewinn von $ 2 458 079 gegen 2 263 549 i. V.

2) Begebenes Aktienkapital. Davon von 1929—1935 stets $ 42 929 635 Vorzugsaktien.

3) Einschl. Vorschüsse an Tochtergesellschaften.

4) Nach Abzug aller Steuern, Rückstellungen, Zinsen u. dgl.

5) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in Reichsmark nicht vorgenommen werden.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

38. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in München vom 2. bis 5. Juli 1936.

Die Feier der 10-jährigen Wiederkehr des ersten Reichsparteitages der NSDAP erfordert es, daß die **Mitgliederversammlung (Geschäftsitzung)**, Deutsches Museum, Kongreßsaal, von Freitag, den 3. Juli, 10 h, auf Donnerstag, den 2. Juli, 16 h, **vorverlegt** werden muß.

Die für Donnerstag, den 2. Juli, 14 h 45 m vorgesehenen **Fachberichte** sind deshalb auf Freitag, den 3. Juli, 10 h, **verschoben** worden.

Wenn der Verband Deutscher Elektrotechniker seine Mitglieder in diesem Jahre zu seiner Jahrestagung nach München, der Hauptstadt der Bewegung, ruft, so wird hiermit an eine alte Tradition des Verbandes angeknüpft. München, die Stadt der Kunst und der Museen, hat in der Entwicklung der Elektrotechnik von jeher eine bedeutsame Rolle gespielt. Es sei nur an das Wirken Oskar von Millers erinnert, der die Elektrotechnik in Bayern zu besonderen Leistungen entwickelte. Bereits im Jahre 1892 fand in München die 1. Internationale Elektrizitäts-Ausstellung statt. Zu gleicher Zeit wurde die erste Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom von 2000 V über die 57 km lange Strecke von Miesbach nach München in Betrieb genommen.

Als im Jahre 1895 Oskar von Miller die Isarwerke errichtet hatte, fand die Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker erstmalig in München statt. Damals wurde das Denkmal von Georg Simon Ohm eingeweiht, dessen grundlegende Arbeiten in München entstanden waren. Die zweite Tagung des VDE in der Isarstadt im Jahre 1911 stand unter dem Leitwort „Die Elektrizität im Hause, im Kleingewerbe und in der Landwirtschaft"; im Zusammenhang hiermit fand eine elektrotechnische Ausstellung statt. Bei der Jahresversammlung 1922 verbunden mit der „III. Elektrischen Woche" war den Teilnehmern Gelegenheit geboten, das soeben fertiggestellte Walchenseewerk und die noch nicht eröffneten neuen Ausstellungsgebäude des Deutschen Museums zu besichtigen. Wenn die Elektrotechniker in diesem Jahre zum viertenmal in München zusammenkommen, so trifft dieses mit der Fertigstellung des Bücherei- und Archivgebäudes des deutschen Museums zusammen. Die enge Verbindung der Elektrotechnik mit der Entwicklungsgeschichte und dem Entstehen des größten technischen Museums wird noch besonders dadurch hervorgehoben, daß sämtliche technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen der diesjährigen VDE-Tagung in den Räumen des Deutschen Museums stattfinden und allen Teilnehmern an der Tagung somit die beste Gelegenheit gegeben ist, die Sammlungen zu besichtigen und neue Eindrücke über die fruchtbringende Entwicklung der deutschen Technik zu empfangen. Von dieser Möglichkeit wird um so lieber Gebrauch gemacht werden, als mit der Teilnehmerkarte zur Mitgliederversammlung ein Eintritt zu den Sammlungen jederzeit ohne zusätzliche Kosten gestattet ist.

Im Mittelpunkt der Tagung steht die Mitgliederversammlung im Kongreßsaal des Deutschen Museums, bei der unter anderem Prof. Dr.-Ing. W. Petersen VDE über „Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für die Elektrotechnik" sprechen wird. Weiterhin werden die Mitglieder über die Tätigkeit des VDE auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschung, der Herausgabe von Vorschriften und Normen für die Elektrotechnik sowie über seine bedeutungsvolle Mitwirkung bei der Lösung der zahlreichen Aufgaben unterrichtet, die der deutschen Elektrotechnik von dem nationalsozialistischen Staat gestellt sind.

Besondere Beachtung werden die zahlreichen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen finden, bei denen mehr als 50 Fachberichte über die neuesten Ergebnisse von Forschung und Praxis aus allen Gebieten der Elektrotechnik gehalten werden. Bei der Aufstellung des Zeitplanes wurde darauf geachtet, daß Vorträge verschiedener Gruppen, die für bestimmte Berufszweige von besonderem Interesse sind, nicht gleichzeitig stattfinden. Außerdem ist durch genaue Einhaltung des Zeitplanes Gelegenheit geboten, Berichte verschiedener, gleichzeitig stattfindender Gruppen zu hören. Durch die anschließenden Aussprachen erhalten die einzelnen Fachberichte ihre besondere Belebung, so daß dieser Teil der VDE-Mitgliederversammlung einer wissenschaftlichen Schulungstagung der Elektrotechnik gleichkommt.

In der Erkenntnis, daß die der deutschen Technik insgesamt und der Elektrotechnik im besonderen gestellten Aufgaben ihre beste Lösung nur finden können, wenn der Ingenieur neben einem gründlichen Wissen auf seinem Sondergebiet auch Kenntnis hat von dem Stand der Entwicklung auf anderen Gebieten, ruft der VDE vornehmlich die jüngeren Elektrotechniker nach München. Für diese jüngeren Fachgenossen werden besondere Jungingenieurtreffen veranstaltet, die unter Mitwirkung des NS-Deutschen Studentenbundes durchgeführt werden und der Bedeutung Ausdruck geben, die der VDE der Pflege des technischen Nachwuchses zumißt.

Hier soll ein Gedankenaustausch zwischen den in der Praxis stehenden jungen Fachkollegen und den Studierenden der Elektrotechnik an Hoch- und Fachschulen herbeigeführt werden. Neben der Teilnahme an sämtlichen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen während der Tagung sind zwei besondere Jungingenieurveranstaltungen festgesetzt worden, in denen ihnen die besonderen Aufgaben der Elektrotechnik innerhalb des deutschen Ingenieurschaffens vor Augen geführt werden. Bei einem Kameradschaftsabend der Jungingenieure wird den jüngeren Fachgenossen Gelegenheit geboten, einander persönlich kennenzulernen und einen Meinungsaustausch vorzunehmen.

Die sorgfältig ausgewählten und vorbereiteten Besichtigungen von Bauten und Einrichtungen der Partei und der Stadt München sowie von elektrotechnischen Werken werden weitere Anregungen vermitteln. Das Haus der deutschen Kunst, die Führerbauten in der Arcisstraße sowie der umgebaute Königliche Platz geben der Hauptstadt der Bewegung ein neues Aussehen. Führungen durch die Münchener Kunstgalerien geben den Teilnehmern Gelegenheit, München als Kunststadt kennenzulernen. Besichtigungen von elektrotechnischen Werken in München und in seiner Umgebung werden ein Bild von den Erfolgen deutscher Elektrotechnik in Bayern geben.

Die Stadt München hat die Teilnehmer der Tagung zu einem Begrüßungsabend im Deutschen Theater eingeladen, bei dem u. a. Oberbürgermeister Fiehler sprechen wird.

Die Fahrt mit Gesellschaftsautos über die neue Reichsautobahn und die Mangfallbrücke zum Chiemsee wird die Teilnehmer an der Tagung mit den Schönheiten des bayerischen Alpenvorlandes bekanntmachen.

Diese Reichhaltigkeit des Programms und die umfangreichen Vorbereitungen, die der VDE Gau Südbayern übernommen hat, bürgen dafür, daß die Teilnehmer in jeder Hinsicht zufriedengestellt werden.

Wir wollen durch diese Tagung zeigen, daß die im VDE zusammengeschlossenen Elektrotechniker Deutschlands in der Lage und gewillt sind, ihre Aufgaben auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet zum Wohle von Volk und Staat voll und ganz zu erfüllen. Darum ergeht an alle mit der deutschen Elektrotechnik verbundenen Kreise nochmals die Aufforderung:

Kommt zur Tagung der Elektrotechniker am 2. Juli 1936 nach München!

Bekanntmachung.

Ausschuß für Explosionsschutz.

Der in der ETZ 57 (1936) H. 4, S. 105, veröffentlichte Entwurf zu VDE 0166 ist auf Grund der eingegangenen Äußerungen überarbeitet und in der nachstehenden Form als

VDE 0166/1936 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben"

verabschiedet worden.

Der nachstehend veröffentlichte Wortlaut wurde vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und zum 1. Juli 1936 in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann VDE.

VDE 0166/1936.

Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben.

Inhaltsübersicht.

Vorbemerkung.

Die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben bedarf der Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde (Gewerbeaufsicht) und der Berufsgenossenschaft.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Juli 1936 in Kraft[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

Die Vorschriften gelten für die Errichtung elektrischer Anlagen in den in § 3 bezeichneten gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben[2]).

Können sich in den gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben außerdem nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen Gase, Dämpfe oder Staube, die untereinander oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden, in gefahrdrohender Menge ansammeln, gelten sie jedoch nur in Verbindung mit VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen". Dabei gilt im Zweifelsfall die weitergehende Bestimmung.

Diese Vorschriften sind Ausführungsbestimmungen zu:

§ 35 von VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S.1.",

§ 26 von VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S.2." und

§ 29 von VDE 0800/1935 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.".

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben sind:

1. Räume oder sonstige Stellen, in oder an denen Sprengstoffe (Sprengmittel, Schießmittel, Zündmittel, Feuerwerkskörper usw.) hergestellt, be- oder verarbeitet oder gelagert werden.
2. Benachbarte Räume, die mit den unter 1. genannten Räumen dauernd oder zeitweise, z. B. durch Türen, Fenster, Mauerdurchbrüche, Kanäle, in Verbindung stehen oder gebracht werden können, wenn in den unter 1. genannten Räumen Staube, Sublimate oder Dämpfe von explosiblen Stoffen auftreten.

III. Allgemeine Bestimmungen.

§ 4.

Elektrische Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben müssen den sonstigen Bestimmungen des VDE entsprechen und wie folgt ausgeführt sein:

1. Die betriebsmäßige Höchsttemperatur von Anlageteilen muß durch ausreichende Bemessung oder selbsttätige Begrenzung stets genügend weit unter der Zünd- oder Zersetzungstemperatur des explosiblen Stoffes liegen;
2. Anlageteile, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, müssen zweckentsprechend explosionsgeschützt sein;
3. Anlageteile, an denen Funken betriebsmäßig nicht auftreten, müssen so gebaut, bemessen und angeordnet sein, daß ein Schadhaftwerden der Anlageteile oder Beschädigungen von außen, die Funkenbildung zur Folge haben, verhindert sind. Bei Bedarf sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen.

IV. Einzelbestimmungen.

§ 5.

Allgemeines.

a) Die Zuleitungen zu elektrischen Anlagen in gefährdeten Räumen müssen von nicht gefährdeten Räumen oder Stellen aus allpolig abschaltbar sein.

b) Elektrische Anlageteile müssen so gebaut oder angeordnet sein, daß ein Eindringen explosibler Stoffe verhindert, eine Ablagerung auf den Oberflächen auf ein Mindestmaß beschränkt wird und eine leichte Reinigung möglich ist.

c) Elektrische Anlageteile müssen auch außerhalb der gefährdeten Räume an Stellen, an denen sie Beschädigungen ausgesetzt sind, besonders geschützt werden.

d) Meßgeräte, Signal- und Fernmeldeanlagen sind auf das für eine gesicherte Betriebsführung notwendige Ausmaß zu beschränken.

e) Verteileranlagen, Transformatoren, Schmelzsicherungen und Steckvorrichtungen dürfen in den gefährdeten Räumen nicht angebracht werden.

f) Verbindungen Spannung führender Teile dürfen nur durch gesicherte Verschraubung, Lötung oder Schweißung hergestellt werden.

g) Werkstoffe für Dichtungen, Schutzhüllen u. dgl., die dem Angriff von Flüssigkeiten oder Dämpfen ausgesetzt sind, müssen so beschaffen oder geschützt sein, daß sie keine ihre Wirkungsweise schädigende Veränderung erleiden können.

h) Gummischlauchleitungen zum Anschluß beweglicher und ortsveränderlicher Geräte müssen so verlegt werden, daß sie gegen mechanische und chemische Angriffe den größtmöglichen Schutz haben.

§ 6.

Zugelassene Anlageteile für ortsfeste Verwendung.

a) Leitungen:

1. Festverlegte Leitungen: Bleikabel, kabelähnliche Leitungen mit entsprechendem Zubehör.
2. Leitungen zum Anschluß beweglicher Maschinen und Geräte: Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH oder gleichwertiger Bauart.

---

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Mai 1936. — Veröffentlicht: ETZ 57 (1936) H. 4, S. 105 und H. 25, 720.

[2]) Diese Vorschriften sind bei sinngemäßer Anwendung auch Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen in Räumen, in denen für sich explosible Staube entstehen können, die aber nicht gefährdete Räume in Sprengstoffbetrieben sind.

b) Maschinen: Kurzschlußläufermotoren in Verbindung mit Motorschutzschaltern oder gleichwertigem Überlastungsschutz in:

1. geschlossener Bauart P 33, Klemmen P 44
2. geschlossener Bauart P 33 mit Fremdbelüftung unter Überdruck, Klemmen P 44

c) Schalter und Steuergeräte in:

1. gekapselter Bauart P 44
   Das Öffnen der Kapselung darf nur mit Werkzeugen möglich sein:
2. ölgekapselter Bauart P 33 e o

d) Leuchten: Bauarten mit abgedichteter Leitungseinführung:

1. für sämtliche Räume, außer solchen mit staubenden oder sublimierenden Sprengstoffen: Die Leuchten müssen mit geschlossenem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit widerstandsfähigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen sein;
2. für Räume mit staubenden oder sublimierenden Sprengstoffen: Die Leuchten müssen mit geschlossenem, abgedichtetem und genügend dickem Schutzglas und bei mechanischer Gefährdung mit widerstandsfähigem Schutzkorb oder Schutzgitter versehen und so verschlossen sein, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funkenbildung beim Lockern der Glühlampe im Betrieb muß erschwert sein. Außerdem dürfen derartige Funken nur in einem explosionsgeschützten Raum auftreten können.

e) Signal- und Fernmeldeanlagen: in gekapselter Bauart

f) Meßgeräte: in Bauart gleichwertig P 44

g) Elektrowärmegeräte: in Verbindung mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz in gekapselter Bauart P 44

§ 7.

Zugelassene Anlageteile für ortsveränderliche Verwendung.

a) Leitungen:
Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH oder gleichwertiger Bauart.

b) Maschinen und Geräte:
Wie für ortsfeste Verwendung nach § 6 außer der Ölkapselung für Schalter und Steuergeräte nach § 6 c) 2.

c) Handleuchter:

1. Bauarten mit eigener Stromquelle, die zündfähige Funken nicht liefern können: Sie müssen mit geschlossenem Schutzglas und widerstandsfähigem Schutzkorb versehen sein.
2. Bauarten mit fremder Stromquelle: Sie müssen mit geschlossenem, abgedichtetem, genügend dickem Schutzglas und mit besonders widerstandsfähigem Schutzkorb so verschlossen sein, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen geöffnet werden können. Funkenbildung beim Lockern der Glühlampe im Betrieb muß erschwert sein. Außerdem dürfen derartige Funken nur in einem explosionsgeschützten Raum auftreten können. Eingebaute handbetätigte Schalter sind verboten.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel gibt nachstehenden Entwurf bekannt:

VDE 01250/1936 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen".

Einsprüche sind bis zum 15. Juli 1936 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Entwurf 1.

VDE 01250/1936.

„Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen".

Gültig ab 1. August 1936[1]).

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.

II. Bau und Prüfung der Leitungen.

A. Leitungen für feste Verlegung.

B. Leitungen für Beleuchtungskörper.

C. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher.

III. Belastungstafel für gummiisolierte Leitungen.

I. Allgemeines.

§ 1.

Allgemeine Kennzeichnung.

Die Leitungen, die VDE 01250 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" entsprechen, müssen einen der Herstellerfirma als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden enthalten, durch den ersichtlich gemacht wird, von welchem Werk die Leitungen hergestellt sind.

Für derartige Leitungen wird durch die Prüfstelle des VDE auf Grund eines besonderen Verfahrens der einfädig bedruckte schwarz-rot-grüne Kennfaden[2]) des VDE zugewiesen. Kennfäden müssen unmittelbar unter der inneren Beflechtung bzw. bei Leitungen mit einer äußeren Bandlage unter dieser Bandlage, bei Gummischlauchleitungen unter dem gemeinsamen inneren Gummimantel eingelegt sein[3]).

§ 2.

Leiter.

a) Für die Beschaffenheit der Kupferleiter gilt VDE 0201 „Vorschriften für Kupfer für Elektrotechnik". Die Kupferleiter müssen verzinnt sein. Bei den Leitungen nach §§ 12, 13, 14 a, 15, 16, 17, 20, 21 und 22 können bis zum Querschnitt 6 mm² die Verzinnung und die jeweils vorgeschriebenen Leiterbespinnungen aus Baumwolle oder Kunstseide in Fortfall kommen, wenn sich über dem Kupferleiter eine überlappende Bespinnung aus gefärbter Glashaut befindet.

b) Für die Beschaffenheit der Aluminiumleiter gilt VDE 0202 „Vorschriften für Aluminium für Elektrotechnik". Aluminiumleiter sind nur in Querschnitten von 35 mm² aufwärts zulässig, und zwar für die Leitungen nach §§ 6, mit Ausnahme der NGAW-Leitung als Freileitung, 7 und 10. Die Durchmesser der einzelnen Drähte des Aluminiumleiters dürfen nicht kleiner sein als 1,35 mm.

---

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im ... Veröffentlicht: ETZ S. ....

[2]) Der schwarz-rot-grüne Kennfaden ist dem VDE durch Warenzeichen (Verbandszeichen) geschützt.

[3]) Kennfäden, deren Farben infolge der Tränkung der Umhüllung nicht deutlich zu unterscheiden sind, können durch Abwaschen mit Benzin oder Benzol kennbar gemacht werden.

§ 3.

Gummihülle.

Die Gummihülle der Leiter sowie der innere Gummimantel bei NSH (UV)-Leitungen muß nach Fertigstellung nachstehenden Bedingungen entsprechen:

Die Gummihülle ist einer Alterungsprüfung zu unterwerfen durch Erwärmung auf 70 °, und zwar 7 Tage lang im Trockenschrank mit zirkulierender Luft. Diese Alterungsprüfung ist an der Leitung ohne gummiertes Band und ohne getränkte Beflechtung, aber mit dem Kupferleiter vorzunehmen. Sowohl vor als nach der Alterungsprüfung muß die Gummihülle noch eine Bruchfestigkeit von mindestens 50 kg/cm² und eine Bruchdehnung von mindestens 250 % der Anfangslänge bei einer Meßlänge von 2 cm aufweisen. Die Prüfung der mechanischen Werte nach der Alterung hat erst 24 h nach dem Herausnehmen aus dem Trockenschrank zu erfolgen.

Die gemeinsamen Gummimäntel der Gummischlauchleitungen NLG (UV), NLH (UV), NMH (UV) und der äußere Gummimantel der NSH (UV)-Leitungen bis einschließlich 16 mm², die Gummihülle der Aufzugsteuerleitungen NFL (UV) und NFLG (UV), der Theaterleitungen NTK (UV) und NTSK (UV) sowie der Leitungstrossen NT (UV) müssen vor und nach der Alterungsprüfung eine Bruchfestigkeit von mindestens 70 kg/cm² und eine Bruchdehnung von mindestens 250 % der Anfangslänge aufweisen. Der Abfall der ursprünglich ermittelten Werte nach der Alterungsprüfung darf 25 % nicht überschreiten. Für die äußeren Gummimäntel der Gummischlauchleitungen NSH (UV) über 16 mm² müssen die entsprechenden Werte der Bruchfestigkeit und der Bruchdehnung mindestens 150 kg/cm² und 400 % betragen; auch hierbei darf der Abfall der ursprünglich ermittelten Werte nach der Alterungsprüfung 25 % nicht überschreiten.

§ 4.

Verwendungsbereich.

Der Verwendungsbereich ist für jede Leitungsart besonders festgelegt.

Ist hierfür eine Nennspannung angegeben, so bedeutet diese in Netzen ohne geerdeten Nulleiter den höchsten Wert, den die Spannung zwischen zwei Leitern, in Netzen mit geerdetem Nulleiter den höchsten Wert, den die Spannung zwischen Leitern und Erde annehmen darf.

§ 5.

Unterscheidung der Adern von Mehrfachleitungen.

Die Einzeladern in den Mehrfachleitungen müssen voneinander unterscheidbar sein. Die Kennzeichnung soll erfolgen durch Färbung der Bespinnung über dem Kupferleiter oder durch Färbung des gummierten Bandes über der Gummihülle oder durch verschiedene Färbung der Gummihülle selbst. Die zur Kennzeichnung verwendeten Farben sind:

2 Adern: hellgrau — schwarz,
3 Adern: hellgrau — schwarz — rot,
4 Adern: hellgrau — schwarz — rot — blau,
5 Adern: hellgrau — schwarz — rot — blau — schwarz.

II. Bau und Prüfung der Leitungen.

A. Leitungen für feste Verlegung.

§ 6.

Gummiaderleitungen.

Bezeichnung: NGA (UV).
Nennspannung 750 V.

Gummiaderleitungen sind mit eindrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 16 mm², mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 1000 mm² als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig.

Der Leiter ist mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, die aus mindestens zwei Lagen Gummi verschiedener Färbung hergestellt sein muß.

Für den Leiter und die Gummihülle gilt Tafel I.

Tafel I.

1	2	3	1	2	3
Querschnitt mm²	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern	Dicke der Gummihülle mindestens mm	Querschnitt mm²	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern	Dicke der Gummihülle mindestens mm
1,5	7	0,8	150	37	2,0
2,5	7	0,9	185	37	2,2
4	7	1,0	240	61	2,4
6	7	1,0	300	61	2,6
10	7	1,2	400	61	2,8
16	7	1,2	500	91	3,2
25	7	1,4	625	91	3,2
35	19	1,4	800	127	3,5
50	19	1,6	1000	127	3,5
70	19	1,6			
95	19	1,8			
120	37	1,8			

Die Gummihülle ist mit gummiertem, gewebten Band bewickelt. Bei Leitungen von 1,5 bis 6 mm² wird das Band in geeigneter Weise getränkt. Es kann auch über dem ungetränkten gummierten Band eine getränkte Beflechtung aus Kunstfaser angebracht werden. Bei Leitungen über 6 mm² befindet sich über dem gummierten, gewebten Band eine weitmaschige Beflechtung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigem Stoff, die in geeigneter Weise getränkt ist. Mehrfachleitungen können eine gemeinsame Beflechtung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigen Stoffen erhalten.

Bei wetterfest getränkten Gummiaderleitungen [Bezeichnung NGAW (UV)] ist die Gummihülle mit einem gummierten, gewebten Band und darüber mit einem Papierband bewickelt. Hierüber befindet sich eine Beflechtung aus Baumwolle, die mit wetterfester Masse getränkt ist. Als wetterfeste Massen sind solche anzusehen, die trocknende pflanzliche Öle und Metalloxyde enthalten.

Zur Prüfung der mechanischen Widerstandsfähigkeit der getränkten Umhüllung werden die Leitungen um einen Dorn vom 5-fachen des äußeren Durchmessers der zu prüfenden Leitung bei einer Temperatur von rd. 20 ° [NGAW (UV) - Leitungen 8-facher Durchmesser] gewickelt. Hierbei darf ein Brechen oder Platzen der getränkten Umhüllung nicht erfolgen.

Die Gummiaderleitungen müssen nach 24-stündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25 ° während ½ h einer Wechselspannung von 2 kV bei 50 Per/s oder einer Gleichspannung von 2,8 kV zwischen den Leitern und zwischen Leiter und umgebendem Wasser widerstehen können. Für die Gleichspannungsprüfung muß eine Stromquelle von mindestens 2 kW benutzt werden.

§ 7.

Sondergummiaderleitungen für Spannungen von 2, 3, 6, 10, 15, 25 kV[4]).

Bezeichnung: NSGA (UV), der die Spannung in kV beizufügen ist.

Sondergummiaderleitungen sind mit eindrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 16 mm², mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 300 mm² als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig.

Die Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern ist die gleiche wie die in Tafel I für NGA (UV)-Leitungen (§ 6) angegebene.

Tafel II.

1	2	3	4	5	6	7
Querschnitt mm²	2 kV mm	3 kV mm	6 kV mm	10 kV mm	15 kV mm	25 kV mm
1,5	1,5	1,7	3,0	—	—	—
2,5	1,5	1,8	3,0	—	—	—
4	1,5	1,8	3,0	4,7	—	—
6	1,5	1,8	3,0	4,7	—	—
10	1,7	2,0	3,2	4,5	7	—
16	1,7	2,0	3,2	4,3	7	10
25	2,0	2,2	3,2	4,3	7	10
35	2,0	2,2	3,2	4,3	7	10
50	2,3	2,4	3,4	4,3	7	10
70	—	2,4	3,4	4,3	7	10
95	—	2,6	3,4	4,3	7	10
120	—	2,6	3,4	4,3	7	10
150	—	2,8	3,6	4,3	7	10
185	—	3,0	3,6	4,3	7	10
240	—	3,2	3,8	4,3	7	10
300	—	3,4	3,8	4,3	7	10

[4]) Diese Spannungen sind die Spannungen des Drehstromnetzes. Werden Leitungen für bestimmte Sternspannungen benötigt, so ist die dieser Sternspannung entsprechende Spannung des Drehstromnetzes zu ermitteln und die Leitung danach auszuwählen.

Der Leiter ist mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, die aus mindestens zwei Lagen Gummi verschiedener Färbung hergestellt sein muß. Die Mindestwanddicke der Gummihülle muß Tafel II entsprechen.

Über der Gummihülle befindet sich eine Beflechtung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigem Stoff, die in geeigneter Weise getränkt ist. Bei Mehrfachleitungen kann die Beflechtung gemeinsam sein.

Die Sondergummiaderleitungen müssen nach 24-stündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25 ° während ½ h einer Wechselspannung bei 50 Per/s gemäß Tafel III zwischen den Leitern und zwischen Leiter und umgebendem Wasser widerstehen können.

Tafel III.

Betriebsspannung kV	Prüfspannung kV	Betriebsspannung kV	Prüfspannung kV
2	4	10	15
3	6	15	23
6	10	25	35

§ 8.

Rohrdrähte zur erkennbaren Verlegung, die es ermöglicht, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu verfolgen.

Bezeichnung: NRA (UV)-Rohrdrähte mit Papier- oder Bitumenfüllung.
[NRA (UV)-Rohrdrähte mit Bitumenfüllung ersetzen die Rohrdrähte mit Gummifüllung.]
Nennspannung 250 V.

Bezeichnung: NRU (UV) umhüllte Rohrdrähte (kabelähnliche Leitungen).
Nennspannung: 300 V.

Rohrdrähte sind gebänderte NGA (UV)-Leitungen ohne Beflechtung mit gefalztem, eng anliegendem Metallmantel (nicht Bleimantel) mit einer Wanddicke von mindestens 0,2 mm. Falls Zink oder Aluminium verwendet wird, muß die Wanddicke mindestens 0,25 mm sein. Die Rohrdrähte sind mit eindrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 6 mm², mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 10 mm², als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig. Mehrfachleitungen sind durch Verseilung der Einzeladern herzustellen. Einfach- und Mehrfachleitungen erhalten eine isolierende Hülle, die für Leitungen von 1,5 bis 6 mm² mindestens 0,4 mm, für Leitungen von 10 mm² mindestens 0,6 mm Wanddicke haben muß.

Diese Hülle muß aus mehreren Lagen getränkten Papierbandes, das mit Überlappung wendelförmig herumgewickelt ist, oder aus Bitumen bestehen. Sie kann bei Einfachleitungen in Fortfall kommen; es muß aber dann die Gummiwanddicke der Adern bei Leitungen von 1,5 bis 6 mm² um 0,4 mm und bei Leitungen von 10 mm² um 0,6 mm erhöht werden. Bei Mehrfachleitungen sind die

Tafel IV.

1	2	3	4	5
Anzahl der Adern und Kupferquerschnitt	NRA (UV) Außendurchmesser (über Falz gemessen)		NRU (UV) Außendurchmesser	
	nicht unter etwa mm	nicht über etwa mm	nicht unter etwa mm	nicht über etwa mm
mm²				
1,5	5,3	6,3	—	—
2,5	6,5	7,5	—	—
4	6,8	7,8	—	—
6	7,3	8,3	—	—
10	9	10	—	—
2 × 1,5	8,5	9,5	12	13
2 × 2,5	9,5	10,5	13,5	14,5
2 × 4	11	12	14,5	16
2 × 6	12	13	16,5	18
2 × 10	15,5	16,5	21	22,5
3 × 1,5	9	10	12,5	13,5
3 × 2,5	10	11	14	15
3 × 4	11,5	12,5	15,5	17
3 × 6	12,5	13,5	17,5	19
3 × 10	16,5	18	22	23,5
4 × 1,5	9,5	10,5	13,5	14,5
4 × 2,5	11	12	15	16
4 × 4	13	14	16,5	18
4 × 6	15	16	19	20,5
4 × 10	18,5	20	23,5	25
5 × 1,5	10,5	11,5	14,5	16

Hohlräume mit Papier oder Bitumen ausgefüllt. Falls der Metallmantel der Rohrdrähte aus Eisen besteht, ist er mit einem rostsicheren Überzug zu versehen, der entweder aus Blei [Bezeichnung NRAP (UV)] oder Aluminium [Bezeichnung NRAA (UV)] bestehen soll. Bei verbleiten Eisenbändern muß die Bleiauflage mindestens 3,4 g/dm² sein. Für den äußeren Durchmesser gilt Tafel IV.

Einadrige Rohrdrähte müssen und mehradrige Rohrdrähte können unmittelbar unter dem gefalzten Metallmantel und in metallener Verbindung mit ihm einen blanken oder verzinnten Kupferleiter (Beidraht) enthalten, dessen Querschnitt Tafel IV a entsprechen muß.

Tafel IV a.

Kupferquerschnitt mm²	Querschnitt des Schutzleiters mm²
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	4
10	6

Ist dieser Schutzleiter mehrdrähtig ausgeführt, so darf der Durchmesser des einzelnen Drahtes nicht kleiner als 1 mm sein. Bei Rohrdrähten, bei denen die über den Adern angeordnete Hülle aus Bitumen besteht, muß der Kupferleiter verzinnt sein.

Mehradrige Rohrdrähte mit Bitumen als Füllmaterial, bei denen der gefalzte Metallmantel eine besondere Umhüllung hat [Bezeichnung NRU (UV)], gelten als kabelähnliche Leitungen und müssen einen eingelegten Leiter (Beidraht) haben. Für den Querschnitt und die Beschaffenheit des Beidrahtes sowie für die Prüfung der Umhüllung gelten die Bestimmungen in § 9 für Bleimantelleitungen.

Die Rohrdrähte müssen in trockenem Zustande während ½ h einer Wechselspannung von 2 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Metallmantel widerstehen können.

Die Prüfung des Rostschutzes wird in folgender Weise vorgenommen:

Feststellung der Verbleiungsdicke und der Gleichmäßigkeit der Bleischicht auf chemischem Wege.

a) Feststellung der Verbleiungsdicke durch Elektrolyse.
Elektrolyt: Natronlauge vom spez. Gewicht 1,075.

Der Elektrolyt muß nahe am Siedepunkt gehalten werden (etwa 96 °). Die Stromstärke muß 1,8 A/dm² sein. Dabei ist die Anfangsspannung 0,8 V und steigt auf etwa 3 V. Die Dauer der Entbleiung richtet sich nach der Dicke der Bleischicht und beträgt etwa ½ bis 1 h. Der Elektrodenabstand ist 4 bis 5 cm. Als Kathode dient ein blankes Eisenblech, als Anode das zu entbleiende Mantelstück ohne Falz. Dieses muß an einem Eisendraht aufgehängt werden und vollständig vom Elektrolyten umgeben sein. Vor dem Versuch muß das Blei auf der Innenseite des Bandes vollständig entfernt oder durch einen Anstrich geschützt werden. Das Bleigewicht muß mindestens 3,4 g/dm² sein.

b) Feststellung der Gleichmäßigkeit der Bleischicht durch Korrosionsprobe.

Unter eine Glasglocke bringt man, ohne den Luftzutritt abzusperren, ein Porzellanschälchen mit unverdünnter Salzsäure und daneben die zu prüfenden entfetteten Rohrdrahtstücke. Bei diesem Versuch dürfen sich nach 3 h Versuchsdauer und darauffolgendem 3-stündigen Liegen in feuchter Luft keine Rostflecke zeigen.

Die Prüfung mit Aluminium überzogener Eisenmäntel findet in folgender Weise statt:

Mit Aluminium überzogene Eisenmäntel müssen vor der Prüfung mit Äther gründlich entfettet werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen der Aluminiumauflage festzustellen, werden die Eisenmäntel zunächst in eine Kupfersulfatlösung (1 : 5) 30 s eingetaucht. Nach sorgfältigem Abspülen mit fließendem Wasser werden die Eisenmäntel jeweils 60 s in Salzsäure getaucht (n/1 Salzsäure = 36,5 g HCl in 1000 cm³ Wasser), nach abermaligem Abspülen jeweils 30 s der Kupfersulfatlösung ausgesetzt. Die Eisenmäntel sollen vier Tauchungen dieser Art aushalten können, ohne daß sich ein erkennbarer Kupferniederschlag bildet.

§ 9.

Bleimantelleitungen zur festen Verlegung über Putz.

(Für Verlegung im Erdboden nicht zulässig.)

Bezeichnung: NBU (UV) (mit Faserstoffbeflechtung), NBEU (UV) (mit Eisenbandbewehrung und Faserstoffbeflechtung).

Nennspannung 300 V.

Bleimantelleitungen gelten als kabelähnliche Leitungen. Sie sind mit eindrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 6 mm², mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 10 mm² als Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen zulässig. Als Adern sind gebänderte NGA (UV)-Leitungen ohne Beflechtung (§ 6) zu verwenden. Die Einzeladern sind verseilt und mit Bitumen so umpreßt, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Mantel an der dünnsten Stelle für die Leitungen bis 6 mm² mindestens 0,4 mm, für die Leitungen 10 mm² mindestens 0,6 mm dick ist. Diese Hülle ist mit einem nahtlosen, eng anliegenden Bleimantel umpreßt.

Bleimantelleitungen m ü s s e n unmittelbar unter dem Bleimantel und in metallener Verbindung mit ihm einen verzinnten Kupferleiter (Beidraht) haben, der für die Leitungen von 1,5 bis 2,5 mm² einen Querschnitt von 1 mm², für 4 und 6 mm² einen Querschnitt von 1,5 mm² und für 10 mm² einen Querschnitt von 2,5 mm² haben muß. Ist dieser Beidraht mehrdrähtig ausgeführt, so darf der Durchmesser des einzelnen Drahtes nicht kleiner als 1 mm sein.

Der Bleimantel ist mit chemisch widerstandsfähiger Masse umgeben, mit mindestens zwei in chemisch widerstandsfähiger Masse gebetteten Lagen getränkten Papiers bewickelt und dann mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen) beflochten, die mit chemisch widerstandsfähiger Masse getränkt sind [Bezeichnung: NBU (UV)]. Bei bewehrten Bleimantelleitungen folgt über der Papierbespinnung eine Bewehrung mit zwei Lagen Bandeisen von 0,2 mm Dicke, hierüber Bewicklung mit einer in chemisch widerstandsfähiger Masse gebetteten Lage getränkten Papiers und darüber eine Beflechtung mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen), die mit chemisch widerstandsfähiger Masse getränkt ist [Bezeichnung: NBEU (UV)].

Die Schutzhülle über dem Bleimantel kann auch durch eine andere gleichwertige Hülle ersetzt werden.

Die Bleimantelleitungen müssen in trockenem Zustande während ½ h einer Wechselspannung von 2 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Metallmantel widerstehen können.

Für die Prüfung der Umhüllung aller kabelähnlichen Leitungen gelten die folgenden Vorschriften:

Die zu prüfende Leitung wird über einen Dorn von etwa 20-fachem Außendurchmesser der Leitung, mindestens aber von 30 cm, zu einem vollständigen Ring gebogen und in Wasser gelegt. Die Enden sollen je 25 cm herausragen. Nach 1 h soll dann der Ring zwischen Metallmantel und Wasser 10 min lang einer Wechselspannung von 1 kV widerstehen können. Beim Biegen von Leitungen mit gefalztem Metallmantel soll der Falz seitlich liegen. Bei der Ausführung NBEU (UV) ist bei der Prüfung die Bandeisenbewehrung freizulegen und nicht mit dem Bleimantel zu verbinden.

Tafel V.

1	2	3	4	5	6
Kupferquerschnitt	Dicke des Bleimantels	NBU (UV) Außendurchmesser		NBEU (UV) Außendurchmesser	
		nicht unter	nicht über	nicht unter	nicht über
mm²	etwa mm	etwa mm	etwa mm	etwa mm	etwa mm
2 × 1,5	0,9	13	14	14	15
2 × 2,5	0,9	14	15	15	16
2 × 4	1,0	16	17,5	17	18,5
2 × 6	1,0	17	18,5	18	19,5
2 × 10	1,1	21,5	23	22,5	24
3 × 1,5	0,9	13,5	14,5	14,5	15,5
3 × 2,5	1,0	15	16	16	17
3 × 4	1,0	17	18,5	18	19,5
3 × 6	1,0	18	19,5	19	20,5
3 × 10	1,1	22,5	24	23,5	25
4 × 1,5	0,9	14,5	15,5	15,5	16,5
4 × 2,5	1,0	16	17	17	18
4 × 4	1,0	18	19,5	19	20,5
4 × 6	1,0	19,5	21	20,5	22
4 × 10	1,1	24,5	26	25,5	27

Die Prüfung wird zunächst an drei Probestücken vorgenommen. Hält eines dieser Probestücke die Prüfspannung nicht aus, so ist eine weitere Prüfung mit zwei neuen Probestücken vorzunehmen. Wird auch von einem dieser beiden Probestücke die Prüfung nicht bestanden, so genügt die untersuchte Leitung nicht.

Bleimanteldicke und Außendurchmesser der Bleimantelleitungen müssen Tafel V entsprechen.

Chemische Prüfung der Umhüllung.

1,5 m der zu prüfenden Leitung wird um einen Dorn von etwa 20-fachem Außendurchmesser der Leitung, mindestens aber von 30 cm, zu einer Wendel gewickelt. Beim Biegen von Leitungen mit gefalztem Mantel soll der Falz seitlich liegen. Die Enden werden mit Kabelvergußmasse abgedichtet. Diese Wendel wird den Dämpfen von Salpetersäure mit dem spez. Gewicht 1,285 bei einer Zimmertemperatur von etwa 20 ° 8 Tage lang ausgesetzt.

Die Wendel ist unter eine Glasglocke zu legen, die einen Innendurchmesser von 50 cm und eine lichte Höhe von 25 cm hat und auf eine Glasplatte gestellt wird. 100 cm³ Flüssigkeit sind in eine Porzellanschale von 15 cm Durchmesser zu gießen und ebenfalls unter die Glasglocke zu bringen. Die Wendel ist auf Glasstäben so zu lagern, daß sie die Glockenwand nicht berührt. Die Glasglocke ist auf der Glasplatte sorgfältig abzudichten und in diffusem Licht unter Vermeidung direkter Sonnenstrahlen aufzustellen. Unter eine Glasglocke dürfen nur zwei Wendeln gelegt werden.

Nach dieser Prüfung muß die Leitung nach einstündiger Wässerung einer Wechselspannung von 1 kV zwischen Metallmantel und Wasser 10 min lang widerstehen können. Bei der Ausführung NBEU (UV) ist bei der elektrischen Prüfung die Bandeisenbewehrung freizulegen und nicht mit dem Bleimantel zu verbinden.

§ 10.

Panzeradern.

Bezeichnung: NPA (UV).

Nennspannung 1 kV.

Panzeradern sind mit eindrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 16 mm², mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 300 mm² als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig.

Die Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern ist die gleiche wie die in Tafel I für NGA (UV)-Leitungen (§ 6) angegebene.

Der Leiter ist mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, die aus mindestens zwei Lagen Gummi verschiedener Färbung hergestellt sein muß. Die Mindestwanddicke der Gummihülle muß Tafel V a entsprechen.

Tafel V a.

1	2	1	2
Querschnitt	Mindestwanddicke der Gummihülle	Querschnitt	Mindestwanddicke der Gummihülle
mm²	mm	mm²	mm
1,5	1,5	70	2,4
2,5	1,5	95	2,6
4	1,5	120	2,6
6	1,5	150	2,8
10	1,7	185	3,0
16	1,7	240	3,2
25	2,0	300	3,4
35	2,0		
50	2,3		

Die Gummihülle ist mit gummiertem, gewebten Band bewickelt. Bei mehradrigen Leitungen ist als Ausfüllung getränktes Papier zu verwenden. Hierüber folgt eine Bewicklung mit zwei Lagen getränkten Papiers und eine Beflechtung aus Metalldrähten, die gegen Rosten geschützt sind.

Die Panzeradern müssen in trockenem Zustande während ½ h einer Wechselspannung von 4 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Schutzpanzer widerstehen können.

B. Leitungen für Beleuchtungskörper.

§ 11.

Fassungsadern für Installation nur in und an Beleuchtungskörpern
(als Zuleitungen nicht zulässig).

Bezeichnung: NFA (UV).
Nennspannung 250 V.

Fassungsadern sind mit ein- oder mehrdrähtigen Leitern von 0,75 mm² Querschnitt als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig. Bei mehrdrähtigen Leitern besteht der Kupferleiter aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die zusammengedreht sind.

Der Kupferleiter ist mit einer vulkanisierten Gummihülle von 0,6 mm Wanddicke umgeben. Ungetränkte Fassungsadern haben über dem Gummi eine Beflechtung aus Kunstseide, Glanzgarn oder dgl. Schwarz oder farbig getränkte Fassungsadern haben über der Gummihülle eine weitmaschige Beflechtung aus Baumwolle oder dgl., die in geeigneter Weise getränkt ist und der Biegeprobe nach § 6 genügen muß. Die Adern können auch mehrfach verseilt sein.

Fassungsdoppeladern können auch aus zwei nebeneinanderliegenden nackten Fassungsadern, die gemeinsam, wie oben angegeben, beflochten sind, bestehen.

Bei Fassungsadern für Spiraldrahtzüge (Wendeldrähte) NFSA (UV) besteht der Leiter aus einem Stahldraht von 0,32 mm Durchmesser und Kupferdrähten von 0,32 mm Durchmesser, die um den Stahldraht verseilt sind. Der Leiter ist mit Kunstseide oder dgl. besponnen. Falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Bedeckung aufzubringen.

Die Fassungsadern müssen nach einstündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25° während ½ h einer Wechselspannung von 1 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern und zwischen Leiter und umgebendem Wasser widerstehen können. Die Prüfung ist an 5 m langen Stücken vorzunehmen.

§ 12.

Pendelschnüre zur Verwendung als Träger von Beleuchtungskörpern, z. B. Schnur- und Zugpendeln.

Bezeichnung: NPL (UV) Einfachpendelschnüre.
NPLR (UV) Zweifachpendelschnüre rund.
Nennspannung 250 V.

Pendelschnüre sind mit mehrdrähtigen Leitern von 0,75 mm² Querschnitt als Einfach- und Zweifachleitungen zulässig. Der Leiter besteht aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die zusammengedreht sind. Der Leiter ist mit Kunstseide oder dgl. besponnen. Falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Bedeckung aufzubringen. Darüber befindet sich eine vulkanisierte Gummihülle von 0,6 mm Wanddicke. Zwei Adern sind mit einer Tragschnur oder einem Tragseil verseilt; die verseilten Adern sind mit Ausfüllmaterial aus Kunst- oder Mischfaser umgeben und gemeinsam mit Kunstseide, Glanzgarn oder dgl. beflochten. Die Tragschnur oder das Tragseil können auch doppelt zu beiden Seiten der Adern angeordnet sein. Wenn das Tragseil aus Metall hergestellt ist, muß es besponnen oder beflochten sein.

Bei Einfach-Pendelschnüren ist eine Ader mit parallel gelegter Tragschnur beflochten.

Die Pendelschnüre müssen so biegsam sein, daß Einfachschnüre um Rollen von 25 mm Durchmesser und Zweifachschnüre um Rollen von 35 mm Durchmesser ohne Nachteil geführt werden können.

Die Pendelschnüre müssen nach einstündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als 25° während ½ h einer Wechselspannung von 1 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern und zwischen Leiter und umgebendem Wasser widerstehen können. Die Prüfung ist an 5 m langen Stücken vorzunehmen.

C. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher.

§ 13.

Gummiaderschnüre (Zimmerschnüre) zur Verwendung in trockenen Räumen.

Bezeichnung: NSA (UV)
Nennspannung 250 V.

Gummiaderschnüre sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 6 mm² als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig. Der Durchmesser der Einzeldrähte darf bei 0,75 mm² höchstens 0,15 mm, bei 1 mm² höchstens 0,20 mm, bei 1,5 und 2,5 mm² höchstens 0,25 mm betragen. Die Einzeldrähte sind zusammengedreht und mit Kunstseide oder dgl. umsponnen. Falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Bedeckung aufzubringen. Für die Querschnitte von 4 bis 6 mm² ist der Leiter aus Drähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser verseilt; die Bespinnung fällt fort. Über dem Leiter befindet sich eine vulkanisierte Gummihülle in der Wanddicke der NGA (UV)-Leitungen (§ 6); für die Querschnitte von 0,75 mm² und 1 mm² muß die Wanddicke 0,8 mm sein. Einadrige Gummiaderschnüre erhalten über der Gummihülle eine Beflechtung aus Kunstseide, Glanzgarn oder dgl.

Mehrfachschnüre in runder Ausführung bestehen aus mehreren miteinander verseilten nackten Adern, die mit Ausfüllmaterial aus Kunst- oder Mischfaser umgeben und mit einer gemeinsamen Beflechtung aus Kunstseide, Glanzgarn oder dgl. versehen sind. Zur Aufnahme von Zugbeanspruchungen kann eine Tragschnur mit verseilt werden.

Mehrfachschnüre in flacher Ausführung sind nur als Zweifachschnüre in den Querschnitten 1 und 1,5 mm² zulässig. Sie bestehen aus zwei nebeneinander liegenden nackten Adern, die gemeinsam, wie oben, beflochten sind.

Mehrfachschnüre ohne gemeinsame Beflechtung sind unzulässig. Für die Spannungsprüfung gelten die Bestimmungen für Gummmiaderleitungen.

§ 14.

Werkstattschnüre.

§ 14 von VDE 0250/1931 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." wird außer Kraft gesetzt.

§ 14 a.

Besonders leichte Gummischlauchleitungen für kleine Stromverbraucher (Elektrouhren, Tischlampen, Rundfunkgeräte, Handgeräte für geringe mechanische Beanspruchungen).

Bezeichnung: NLG (UV) (mit äußerer Beflechtung).
Nennspannung 250 V.

Gummischlauchleitung NLG (UV) ist nur mit mehrdrähtigem Leiter im Querschnitt von 0,75 mm² als Zweifachleitung zulässig. Der Kupferleiter besteht aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die zusammengedreht sind. Der Kupferleiter ist mit Kunstseide oder dgl. besponnen; falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Deckung aufzubringen; darüber befindet sich eine vulkanisierte Gummihülle von 0,4 mm Wanddicke.

Zwei solcher Adern sind verseilt und mit Gummi so umpreßt, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Gummimantel mindestens 0,6 mm dick ist. Die Gummiadern dürfen mit dem gemeinsamen Gummimantel nicht fest verbunden sein. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß den Bestimmungen von § 3 entsprechen.

Über dem gemeinsamen Gummimantel muß eine Beflechtung aus Kunstseide oder dgl. aufgebracht werden.

§ 15.

Leichte Gummischlauchleitungen zum Anschluß von leichten Hand- und Elektrowärmegeräten.

Bezeichnung: NLH (UV) (ohne äußere Beflechtung).
Nennpannung 250 V.

Gummmischlauchleitungen NLH (UV) sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 mm² als Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen zulässig. Der Kupferleiter besteht aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die zusammengedreht sind. Der Kupferleiter ist mit Kunstseide oder dgl. besponnen. Falls Baumwolle verwendet wird, ist diese in offener Wendel mit 50 %-iger Deckung aufzubringen; darüber befindet sich eine vulkanisierte Gummihülle von 0,5 mm Wanddicke.

Zwei oder mehrere solcher Adern sind verseilt und mit Gummi so umpreßt, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Gummimantel mindestens 0,8 mm dick ist. Die Gummiadern dürfen mit dem gemeinsamen Gummimantel nicht fest verbunden sein. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß den Bestimmungen von § 3 entsprechen.

§ 16.

Mittlere Gummischlauchleitungen zum Anschluß von Küchen- und kleinen Werkstattgeräten (größeren Wasserkochern, Heizplatten, Handbohrmaschinen, Handleuchtern usw.).

Bezeichnung: NMH (UV).
Nennspannung 250 V.

Gummischlauchleitungen NMH (UV) sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 4 mm² als Einfach-, Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen zulässig. Die Bauart und die Abmessungen der Gummiadern sind die gleichen wie bei den Gummiaderschnüren (§ 13). Der weitere Aufbau der Leitungen und die Beschaffenheit des gemeinsamen Gummimantels sind die gleichen wie bei den NLH (UV)-Leitungen (§ 15).

Für die Wanddicke der Gummimäntel gilt Tafel VII in § 17.

§ 17.

Starke Gummischlauchleitungen[5]) für besonders hohe mechanische Anforderungen (schwere Werkzeuge, fahrbare Motoren, landwirtschaftliche Geräte usw.).

Bezeichnung: NSH (UV).
Nennspannung 750 V.

Gummischlauchleitungen NSH (UV) sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 70 mm² als Einfach-, Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen zulässig. Die Bauart des Leiters und die Vorschriften über die Bespinnung sind die gleichen wie bei den Gummiaderschnüren (§ 13), jedoch ist bei Querschnitten über 6 mm² die Verwendung von Drähten bis zu 0,4 mm Durchmesser zulässig.

Der Kupferleiter ist mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, die mit gummiertem, gewebten Band bewickelt ist, deren Wanddicke den Werten in Tafel VII entspricht.

Bei einadrigen Leitungen wird diese Ader mit einem Gummimantel umpreßt.

Bei zwei- und mehradrigen Leitungen werden die Adern verseilt und mit einem alle Hohlräume ausfüllenden Gummimantel umpreßt. Über diesen inneren Gummimantel ist ein gewebtes Band gewickelt und hierüber ein äußerer Gummimantel aufgebracht. Die Gummiadern dürfen mit dem gemeinsamen Gummimantel nicht fest verbunden sein. Das gleiche gilt für die beiden Gummimäntel. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß den Bestimmungen des § 3 entsprechen.

Die Wanddicken der Gummimäntel müssen bei den NMH (UV)- und NSH (UV)-Leitungen Tafel VII entsprechen.

Tafel VII.

1	2	3	4	5	6
Kupferquerschnitt	NMH (UV)		NSH (UV)		
			einadrig	Mehradrig	
	einadrig	mehradrig	Mantel	Innenmantel	Außenmantel
mm²	mm	mm	mm	mm	mm
0,75	0,8	0,8	—	—	—
1	1	1	—	—	—
1,5	1	1,2	2,2	1	1,6
2,5	1	1,5	2,2	1,2	2
4	1,2	1,5	2,2	1,2	2
6	—	—	2,2	1,2	2
10	—	—	2,7	1,4	2,2
16	—	—	2,7	1,5	2,5
25	—	—	3,2	1,6	2,8
35	—	—	3,2	1,8	2,8
50	—	—	3,6	2	3,2
70	—	—	3,6	2	3,2

[5]) Gummischlauchleitungen NSH (UV) sind in Bergwerken unter Tage auch zur festen Verlegung zulässig (siehe §§ 31 und 41 von VDE 0100/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1.").

Für die äußeren Durchmesser der Gummischlauchleitungen gilt Tafel VIII.

Tafel VIII.

1	2	3	1	3
Kupferquerschnitt mm²	NMH (UV) etwa mm	NSH (UV) etwa mm	Kupferquerschnitt mm²	NSH (UV) etwa mm
1×0,75	4,5	—	1×10	13,5
2×0,75	7,5	—	2×10	24
3×0,75	8	—	3×10	25
4×0,75	9	—	4×10	27
1×1	5	—	1×16	14,5
2×1	8,5	—	2×16	27
3×1	9	—	3×16	28
4×1	9,5	—	4×16	30
1×1,5	5,5	8,5	1×25	17,5
2×1,5	9,5	13,5	2×25	31
3×1,5	10	14,5	3×25	33
4×1,5	11	15,5	4×25	36
1×2,5	6,5	9	1×35	19,5
2×2,5	12	16	2×35	35
3×2,5	12,5	17	3×35	37
4×2,5	13,5	18	4×35	40
1×4	7	10	1×50	22
2×4	12,5	17,5	2×50	41
3×4	13	18	3×50	43
4×4	14	19,5	4×50	47
1×6	—	11	1×70	24
2×6	—	20	2×70	44
3×6	—	21	3×70	47
4×6	—	22	4×70	51

Wenn in Gummischlauchleitungen Schutzleitungen erforderlich sind, so sind hierfür bis 10 mm² Querschnitt Leitungen mit der nächst höheren Aderzahl zu verwenden, also für eine zweiadrige Leitung mit Schutzleitung die dreiadrige, für eine dreiadrige Leitung mit Schutzleitung die vieradrige. Für stärkere Querschnitte gilt Tafel VIII a.

Tafel VIII a.

Kupferquerschnitt mm²	Querschnitt der Schutzleitung mm²
16	10
25	10
35	10
50	16
70	25

Die äußeren Durchmesser der Zweifach- und Dreifachleitungen mit Schutzleitungen sind die gleichen wie die der Dreifach- und Vierfachleitungen ohne solche.

Für die Spannungsprüfung von Gummischlauchleitungen gelten die Bestimmungen für Gummiaderleitungen (§ 6), indessen beträgt die Prüfspannung für NSH (UV)-Leitungen 3 kV Wechselspannung.

§ 18.

Sonderschnüre.

§ 18 von VDE 0250/1931 wird außer Kraft gesetzt.

§ 19.

Hochpannungsschnüre.

§ 19 von VDE 0250/1931 wird außer Kraft gesetzt.

§ 20.

Aufzugsteuerleitungen.

Bezeichnung: NFL (UV) (für Innenräume).
NFLG (UV) (für Installationen im Freien).
Nennspannung 750 V.

Aufzugsteuerleitungen sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 mm² mit 2, 6, 9, 12 und 16 Adern zulässig. Der Kupferleiter besteht aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser. Er ist mit Baumwolle dicht besponnen und mit einer vulkanisierten Gummihülle von 1,2 mm Wanddicke umgeben. Die Gummihülle, die den Bestimmungen von § 3 entsprechen muß, ist mit gummiertem Band bewickelt und mit Baumwolle in verschiedenen Farben beflochten. Bei zweiadrigen Leitungen sind die Adern mit einem Jutekern, der eine starke Hanfkordel als Tragorgan enthält, verseilt; bei vieladrigen Leitungen findet die Verseilung in einer Lage um den Jutekern

herum statt. Die verseilten Adern sind mit getränktem Baumwollband ohne Überlappung umwickelt. Hierüber befinden sich zwei Beflechtungen aus Faserstoff (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen), von denen die äußere in geeigneter Weise getränkt ist. Diese kann auch durch eine nicht getränkte Beflechtung aus starkem Glanzgarn ersetzt sein.

Bei der Ausführung NFLG (UV) folgt über der um den Jutekern verseilten Ader ein gummiertes Band und darüber ein Gummimantel von 1,5 mm Dicke, der den Bestimmungen von § 3 entsprechen muß. Hierüber folgt eine Beflechtung aus Faserstoff (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen), die in geeigneter Weise getränkt ist, oder eine nicht getränkte Beflechtung aus starkem Glanzgarn.

Für die Spannungsprüfung gelten die Bestimmungen für Gummiaderleitungen (§ 6).

§ 21.

Biegsame Theaterleitungen zum Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper.

Bezeichnung: NTK (UV) (für Soffittenleitungen).
NTSK (UV) (für Versatzleitungen).
Nennspannung 250 V.

Biegsame Theaterleitungen sind mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 2,5 mm² an als Mehrfachleitungen zulässig. Die Bauart der Kupferleiter ist die gleiche wie bei den Gummiaderschnüren (§ 13), jedoch ist bei Querschnitten über 6 mm² die Verwendung von Drähten bis zu 0,4 mm Durchmesser zulässig. Die Einzeldrähte sind zusammengedreht. Bei dem Querschnitt 2,5 mm² ist der Leiter mit Baumwolle dicht besponnen. Die Gummihülle der einzelnen Adern entspricht bezüglich Bauart und Wanddicke mindestens der Gummihülle der Sondergummiaderleitungen (§ 7) für 2 kV. Die Gummihülle, die den Bestimmungen von § 3 entsprechen muß, ist mit gummiertem Baumwollband bewickelt. Zwei oder mehrere solcher Adern sind unter Verwendung von Jute rund verseilt, mit getränktem Baumwollband bewickelt und mit einer dichten Beflechtung aus Jute versehen. Hierüber folgt eine Beflechtung aus dickem Glanzgarn [Bezeichnung: NTK (UV)].

Bei Verwendung der Leitung als Versatzleitung fällt die Glanzgarnbeflechtung fort, dafür ist eine Umhüllung aus Segeltuch vorgesehen [Bezeichnung: NTSK (UV)].

Die Theaterleitungen müssen in trockenem Zustande während ½ h einer Wechselspannung von 4 kV bei 50 Per/s zwischen den Leitern widerstehen können.

§ 22.

Leitungstrossen für besonders hohe mechanische Anforderungen bei beliebigen Betriebsspannungen.

Bezeichnung: NT (UV).

Leitungstrossen sind bewegliche Leitungen für solche Anwendungsgebiete, in denen sie besonders hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind und betriebsmäßig ein häufiges Auf- und Abwickeln aushalten müssen. Sie sind nur mit mehrdrähtigen Leitern in den normalen Querschnitten von 2,5 bis 150 mm² als Einfach- und Mehrfachleitungen zulässig. Der Kupferleiter besteht aus Drähten von nicht mehr als 0,7 mm Durchmesser. Bei Querschnitten über 10 mm² muß der Leiter mehrlitzig sein. Der Drall darf bei einzelnen Litzen nicht mehr als das 12- bis 15-fache des Litzendurchmessers, der Drall bei mehrlitzigen Leitern nicht mehr als das 11-fache des Gesamtdurchmessers betragen.

Die Isolierung der Adern soll in Leitungstrossen für Betriebsspannungen bis 250 V mit der der NGA (UV)-Leitungen (§ 6), in Trossen für Anlagen mit höheren Betriebsspannungen mit der der NSGA (UV)-Leitungen (§ 7) für die entsprechende Spannung übereinstimmen, jedoch muß in allen Fällen die Mindestwanddicke der Gummihülle 1,5 mm betragen. Die Gummihülle der einzelnen Adern, die den Bestimmungen von § 3 entsprechen muß, ist mit gummiertem Baumwollband bewickelt.

Leitungstrossen sind mit einer bei Mehrfachleitungen gemeinsamen Umhüllung oder Bewehrung versehen, die hinreichend biegsam und so widerstandsfähig sein muß, daß sie bei der vorgesehenen Beanspruchung keine mechanische Verletzung erleidet. Eine Beflechtung mit Drähten von weniger als 0,5 mm Durchmesser ist nicht zulässig. Bei Leitungstrossen, die sich selbst tragen müssen, sind entweder Tragseile eingelegt oder die Bewehrung wird als Träger verwendet. Tragseile müssen aus Einzeldrähten von höchstens 0,7 mm Durchmesser verseilt sein. Die Strom führenden Leiter selbst sind nicht als tragende Teile in Rechnung zu setzen. Die Festigkeit der tragenden Teile muß so bemessen sein, daß das Gesamtgewicht der freihängenden Leitung und der daran hängenden Teile mit 5-facher Sicherheit getragen werden kann; die tragenden Teile müssen so gestaltet oder angeordnet sein, daß sich die freihängende Trosse nicht durch Aufdrehen verändern kann.

Unterhalb der Umhüllung oder Bewehrung ist ein Schutzpolster aus feuchtigkeitssicherem Stoff angebracht, dessen Dicke der halben Wanddicke der Gummihülle der einzelnen Adern gleichkommen soll, mindestens aber 1 mm betragen muß. Mit einer gleichdicken Hülle aus feuchtigkeitssicherem Stoff sind die Tragseile umgeben.

In Leitungstrossen mit Schutzleitung muß diese aus verzinntem Kupfer bestehen. Die Schutzleitung muß den gleichen Querschnitt wie die Strom führenden Leiter haben, braucht jedoch nicht größer als 50 mm² zu sein.

Bei Betriebsspannungen von mehr als 250 V sind Prüfdrähte unzulässig.

Für die Prüfung der Leitungstrossen sind die gleichen Vorschriften wie für NGA (UV)- und NSGA (UV)-Leitungen (§§ 6 und 7) maßgebend, wobei als Betriebsspannung stets die Spannung zwischen zwei Adern anzusehen ist.

III. Belastungstafel für gummiisolierte Leitungen.

Bei aussetzendem Betriebe ist eine zeitweilige Erhöhung der Belastung über die Werte in Tafel IX zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Belastungstafel entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

Tafel IX.

1	2	1	2
Querschnitt mm²	Höchste dauernd zulässige Stromstärke*) für jeden Leiter A	Querschnitt mm²	Höchste dauernd zulässige Stromstärke*) für jeden Leiter A
0,75	9	70	200
1	11	95	240
		120	280
1,5	14	150	325
2,5	20	185	380
4	25	240	450
6	31	300	525
10	43	400	640
16	75	500	760
25	100	625	880
35	125	800	1050
50	160	1000	1250

*) Bei Auswahl der Sicherung ist § 20 von VDE 0100/1934 zu beachten.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 h im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Elektrische Bahnen. Leiter: Dr.-Ing. H. Weißmann VDE, Spandau, Falkenhagener Straße 2, Fernruf: C1 0011 App. 128.
23. 6. 1936 „Elektrische Zugförderung" (Vortragender: Dr.-Ing. Voigtländer) (Einführungsabend).

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik. Leiter: Dr. H. Boekels VDE, Wannsee, Tristanstraße 6, Fernruf: F8 0014 App. 184.
24. 6. 1936 Aussprache über moderne Werkstoffe für Meßwandler.

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE, Friedrichshagen, Bruno-Wille-Straße 51, Fernruf: E9 8501 App. 86.
25. 6. 1936 Ausspracheabend als Abschlußabend.

VDE Gau Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Gau Ostsachsen.

Am 2. 4. 1936 hielt Herr Dr.-Ing. H. Fischer einen Vortrag über Elektrische Oberflächenbehandlung von Aluminium und Aluminiumlegierungen (Eloxieren). Durch elektrolytische Oxydation oder Aufbringen von Metallüberzügen auf galvanischem Wege können die Eigenschaften von Aluminium und seinen Legierungen weitgehend verändert werden. Bei der elektrolytischen Oxydation (Eloxalverfahren) kann der natürliche Oxydfilm auf der Oberfläche des Leichtmetalles um mehr als das Hundertfache verstärkt werden. Eloxiertes Leichtmetall ist in hohem Maße widerstandsfähig gegen mechanischen Verschleiß und chemischen Angriff (z. B. Seewasserbeständigkeit). Durch Erzeugung von Eloxalschichten mit bestimmter Eigenfarbe (z. B. Messing- oder Goldtöne), durch nachträgliche Anfärbung oder durch das sog. Seo-Photoverfahren ergibt sich eine Fülle von Möglichkeiten, das Aussehen des Grundmetalls völlig zu verändern. Unter Anwendung besonderer, vor allem elektrochemischer Vorbehandlungsverfahren ist es gelungen, hervorragend haltbare Metallüberzüge auf Leichtmetall (Elytalverfahren) zu erzielen. Bei der Vorbehandlung wird durch anfängliche elektrolytische Oxydation und anschließende Wiederauflösung der Oxydschicht eine für die feste Verankerung des galvanischen Metallüberzuges unerläßliche Aufrauhung der Oberfläche bewirkt. Im Anschluß an den Vortrag wurden im Film Ausführungsbeispiele und Anwendungsmöglichkeiten der Eloxalverfahren gezeigt.

Sitzungskalender.

Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 19. 6. (Fr.), 20 h, T. H.: „Schienenlose Oberleitungsfahrzeuge" (m. Lichtb.). Ing. Mohrdieck.

Gau Saar, Saarbrücken. 26. 6. (Fr), Handwerkskammer Saarbr. I: „Mit Professor Dr. A. Wegener im Grönlandeis" (m. Lichtb.). Berging. K. Herdermerten.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

R. Domnick †. — Obering. Reinhold Domnick VDE, technischer Vorstand des Büros der Sachsenwerke in Königsberg, ist am 20. 5. unerwartet im Alter von 55 Jahren gestorben. Herr Domnick hat früher als Ingenieur in den Diensten der SSW und der AEG gestanden; die letzten 15 Jahre war er für das Sachsenwerk in Königsberg tätig. Seit langem gehörte er auch dem VDE an und hat an der Entwicklung des Gaues Ostpreußen stets lebhaften Anteil genommen. Zumal die jüngeren Ingenieure haben in diesem offenen und gütigen Mann einen zuverlässigen Freund und Berater verloren.

A. Nobis †. — Am 27. 5. 1936 erlag einem Herzschlag Herr Dr.-Ing. Alfred Nobis VDE in Radebeul-Kötzschenbroda im Alter von 54 Jahren. Nach Besuch der Gewerbeakademie in Chemnitz und einigen Jahren praktischer Tätigkeit bei den Siemens-Schuckertwerken in Berlin hatte Alfred Nobis auf der T. H. Berlin sein Wissen auf den hohen Stand gebracht, der ihm später nach seiner Rückkehr zu den SSW die Anerkennung der weitesten Fachkreise sicherte. Zunächst war er insbesondere auf großen Montagereisen im Ausland tätig; später beschäftigte er sich im Technischen Büro Dresden hauptsächlich mit dem Bau von Höchstspannungsleitungen und Elektrizitätswerken. Im Anschluß an die Errichtung des Großkraftwerkes Plessa, an dessen Planung und Bau er maßgeblich beteiligt war, trat Dr. Nobis 1926 zur Hauptverwaltung des EV. Gröba über, wo er bis zu seinem Tode als Oberingenieur an der technischen Weiterentwicklung regsten Anteil genommen hat. Im Krieg wurde Dr. Nobis schon 1914 als Offizier in der Champagne mit dem Eisernen Kreuz ausgezeichnet. Nach schwerer Verwundung übernahm er als Adjutant an der Kriegsamtstelle Dresden die Bearbeitung und Betreuung der sächsischen Industrie. In diese Zeit fällt auch seine Promotion zum Dr.-Ing. Im Arbeitgeberverband Sächsischer Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke war Dr. Nobis Mitglied des technischen Ausschusses und Sachberater für Aluminiumfragen; in der VDE-Kommission für Freileitungen leistete er wertvolle Mitarbeit. Im Gau Ostsachsen des VDE gehörte Dr. Nobis seit langen Jahren als stellvertretender Leiter dem Führerbeirat an. Seine Eigenschaften als Ingenieur und als Mensch sichern ihm ein bleibendes Andenken bei allen, die ihn kannten.

G. Henkel. — Direktor Gustav Henkel, Kassel, feierte am 22. 6. in körperlicher und geistiger Rüstigkeit seinen 80. Geburtstag. Er ist der Mitbegründer der Kasseler Firma Beck & Henkel, Mitarbeiter und Freund Wilhelm Schmidts, des „Schöpfers der modernen Heißdampf- und Hochdruckdampftechnik" und ein weitschauender Veteran der Elektrotechnik. Er errichtete 1892 sein Elektrizitätswerk in Wilhelmshöhe zur Versorgung der westlichen Vororte Kassels mit Strom und erbaute die elektrische Herkules-Bahn zur Erschließung des Habichtwaldes und seiner Braunkohlengruben. Er war einer der ersten, der durch Ausnahmetarife die häusliche Verwertung des Stromes zum Kochen usw. zu fördern suchte und schon 1901 in Vorträgen darauf hinwies. — Der Stadt Kassel hat Henkel lange Jahre ehrenamtlich seine große Arbeitskraft zur Verfügung gestellt.

Heinr. Müller. — Dr.-Ing. Heinrich Müller, Direktor der Licht-, Kraft- und Wasserwerke Kitzingen G. m. b. H., wurde zum Direktor und verantwortlichen Leiter der Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke der Stadt Duisburg ernannt.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Freiformschmiede. 3. Teil: Einrichtung und Werkzeuge der Schmiede. 2. völlig neubearb. Aufl. des zuerst von P. H. Schweißguth bearb. Heftes. Heft 56 der „Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Konstrukteure und Facharbeiter". Mit 83 Abb. u. 52 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geh. 2 RM.

[Das Büchlein befaßt sich mit den Einrichtungen und Werkzeugen der Freiformschmiede. Der Verfasser gibt zunächst eine Übersicht über die Brennstoffe, behandelt dann die Verbrennungsvorgänge selbst und erläutert in längeren Abschnitten die Feuerungsstätten und die Maschinen und Werkzeuge der Freiformschmiede. Der Elektrotechniker, der oft mit diesem Grenzgebiet zu tun hat, findet mit diesem Heft eine gute Übersicht über den augenblicklichen Stand dieses Wissenszweiges.]

Veranstaltungen anderer Vereine.

Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute und Deutsche Gesellschaft für Metallkunde im VDI. 26. bis 29. 6. (Fr bis Mo), Hamburg: Hauptversammlung mit 21 Vorträgen und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V., Berlin W 35, Lützowstr. 89/90.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56

Abschluß des Heftes: 12. Juni 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
57. Jahrgang Berlin, 25. Juni 1936 Heft 26

Die Elektrotechnik im Deutschen Museum zu München.

Von Städt. Baurat Dipl.-Ing. Ludwig Steinhauser VDE, München.

621. 3 : 069

Wenn Anfang Juli die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker aus allen deutschen Gauen und zum Teil auch aus dem Auslande nach München kommen, um die 38. Jahresversammlung im Kongreßsaal des Deutschen Museums abzuhalten, so werden sie es sich gewiß nicht nehmen lassen, auch die Sammlungen zu besuchen, die eine einzigartige Schau der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik darstellen.

Abb. 1. Das Deutsche Museum mit Kongreßbau (links), Bibliotheksbau (Mitte) und Sammlungsbau (rechts).

Der Elektrotechniker wird in allen Abteilungen der Sammlung Dinge finden, die sein Fachgebiet berühren, denn es gibt ja heute kaum mehr einen Zweig wissenschaftlicher Forschung oder technischer Betätigung, in welchem die Elektrizität nicht in irgendeiner Form Anwendung fände. Da es aber den wenigsten möglich sein wird, den ganzen, rund 15 km langen Besuchsweg durch die 341 Räume zurückzulegen, soll durch die folgenden Zeilen versucht werden, auf diejenigen Teile der Sammlung hinzuweisen, die das besondere Interesse der Elektrotechniker verdienen.

Abteilung „Elektrizitätslehre"

(1. Obergeschoß, Räume 168 bis 179).

In den ersten Räumen dieser Abteilung werden uns an Hand von Bildern, Modellen und Originalapparaten die Anfänge zur Erkenntnis und Beherrschung jener allgewaltigen Naturkraft vor Augen geführt. An Originalapparaten finden wir hier u. a. eine von Ohm um 1830 benutzte Elektrisiermaschine mit Flaschenbatterie (Abb. 2), den ersten Flaschenkondensator von Kleist, der gleichzeitig mit der Leydener Flasche erfunden wurde, die elektrodynamischen Versuchsgeräte von Ampère (1820), Induktoren von Helmholtz und Kohlrausch sowie eine von Röntgen selbst zusammengestellte Sammlung von Röhren (Abb. 3), die zu seiner großen Entdeckung vom Jahre 1895 beitrugen. Es handelt sich aber dabei nicht um eine tote Schau von Geräten, sondern es wird dem Besucher durch Vorführungsapparate, die er meist selbst bedienen kann, Gelegenheit gegeben, fast alle jene

Experimente nachzuerleben, welche zu den großen Entdeckungen und Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrizität geführt haben.

Die eigentliche Technik beginnt im Raum Nr. 173, wo die Entwicklung der Röntgenröhren anschaulich gemacht wird, und im Raum Nr. 174, der die Anfänge der Fernmeldetechnik enthält. Angefangen von dem ersten elektrischen Telegraphen von Sömmering (1809) wird hier und in den folgenden Räumen die ganze Entwicklung bis zum Siemens-Schnelltelegraphen gezeigt. Es folgt dann der Werdegang der Fernsprechtechnik bis zu den heutigen Selbstanschlußgeräten. Auch hier finden wir wieder eine Reihe von kostbaren Originalapparaten, wie das erste Telephon von Reis (1863), Mikrophone von Hughes (1878), Siemens und anderen.

Abb. 2. Elektrisiermaschinen, links die von G. S. Ohm 1830 benutzte Maschine mit Flaschenbatterie.

Die Unterabteilung „Drahtlose Telegraphie und Telephonie" (Räume 177 bis 179) beginnt mit den Originalapparaten von Feddersen (1861), Bezold (1870) und Hertz (1886) (Abb. 4), welche die wissenschaftlichen Grundlagen für diesen Zweig der Technik schufen. Dann wird die Entwicklung der Funken-, Lichtbogen-, Maschinen- und Röhrensender gezeigt. Besonders bemerkenswert ist darunter die erste, von Siemens gebaute Braunsche Station, mit der 1901 zwischen Cuxhaven und Helgoland gearbeitet wurde, die erste Rückkoppelungsschaltung von A. Meißner aus dem Jahre 1912 und ein Geber für Ultrakurzwellen von 14 cm Länge. Der Werdegang der Elektronenröhren für Empfangs- und Sendezwecke wird, angefangen mit der Audionröhre von de Forest (1911), bis zur heutigen Entwicklungsstufe gezeigt.

Abb. 3. Die Röhren, mit denen W. Röntgen die X-Strahlen fand und erforschte.

Abteilung „Elektrotechnik"

(2. Obergeschoß, Räume 261 bis 270).

Den Auftakt zu dieser Abteilung, die sich auf die Technik der Erzeugung, Fortleitung, Umformung und Messung der elektrischen Energie beschränkt, bildet ein eindrucksvoller Ehrenraum, an dessen Wänden sich die Marmorbüsten von Volta, Faraday, Siemens und Edison befinden. Als Marksteine der Entwicklung sind hier die wertvollsten elektrischen Maschinen der Sammlung auf Marmorsockeln aufgestellt: die Alliance - Maschine (Abb. 5) aus dem Jahre 1859, welche als erste mit Dampfkraft angetriebene magnet-elektrische Maschine zur Lichterzeugung verwendet wurde, die Nachbildung der ersten Ringankermaschine von Pacinotti (1860), eine magnetelektrische Maschine von Hefner-Alteneck (1873) mit 50 Stahlmagneten und Trommelanker und als Glanzpunkt dieser Sammlung die erste dynamoelektrische Maschine von Werner von Siemens aus dem Jahre 1866. In den folgenden Räumen wird die Weiterbildung der elektrischen Maschinen als Erzeuger (z. B. Abb. 6) und Motoren bis zu ihrer heutigen Entwicklungsstufe an Hand zahlreicher Originale, Modelle und bildlicher Darstellungen gezeigt. Bemerkenswert ist darunter das Originalversuchsmodell des ersten asynchronen Drehstrommotors von Dobrowolsky aus dem Jahre 1888 und der Drehstrommotor, der bei der historischen Kraftübertragung verwendet wurde, die Oskar von Miller im Jahre 1891 zwischen Lauffen und Frankfurt am Main durchgeführt hat. Es folgt die Entwicklung der Umformer, Stromrichter, Akkumulatoren und Umspanner, ferner der Meßinstrumente und Zähler. Im Raum 268 finden wir neuzeitliche Schalttafeln mit Reglern, selbsttätiger Synchronisiereinrichtung und Leuchtschaltbildern. Der letzte Raum dieser Abteilung (269 bis 270) enthält vorzügliche Modelle von Kraftzentralen und Umspannstationen (Abb. 7), darunter von der ersten Edison-Zentrale in New York (1881) und den Großkraftwerken Klingenberg und Golpa-Zschornewitz. Daneben wird die Entwick-

Abb. 4. Unten der Oszillator, oben Resonatoren von Heinrich Hertz.

lung des Leitungsbaues, der Isolatoren und der Starkstromkabel anschaulich dargestellt. Den Abschluß bildet ein Diorama des „Bayernwerkes“, bei welchem man vom Kesselberg aus auf das Wasserschloß, die Rohrleitungen und das Krafthaus des Walchenseewerkes hinabsieht und in einer, in der Natur allerdings nicht ganz so weit reichenden Fernsicht die ganze bayerische Landessammelschiene überblicken kann.

Abb. 5. Magnetelektrische Maschine nach Nollet, 1859.

Einige Anwendungsgebiete der Elektrotechnik in anderen Abteilungen des Deutschen Museums.

Im Erdgeschoß finden wird in der Abteilung Hüttenwesen im Raum 73 eine Reihe von Modellen elektrischer Öfen zur Edelstahlgewinnung.

In der Abteilung Verkehrswesen (Raum 97 bis 101) steht die von Werner von Siemens gebaute Lokomotive, die auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 vorgeführt wurde, sowie die erste elektrische Vollbahnlokomotive Europas aus dem Jahre 1899, die in der Schweiz auf der Strecke Burgdorf—Thun lief. Die Weiterentwicklung der elektrischen Zugförderung wird durch zahlreiche Modelle veranschaulicht.

In der Südostecke der großen Schiffbauhalle befindet sich im Raum 122 der erste Versuchskreiselkompaß von Werner von Siemens, ein Kreiselkompaß von Anschütz und eine neuzeitliche Dreikreisel-Kompaßanlage mit Mutter- und Tochterkompaß. Alle diese Geräte können im Betrieb vorgeführt werden.

Abb. 7. Modell der Freiluftstation Wildau bei Berlin mit Darstellung der Errichtung eines Gittermastes.

Im zweiten Obergeschoß wird in der Abteilung Beleuchtung (Raum 236 bis 239) die Entwicklung der elektrischen Bogen-, Glüh- und Gasentladungslampen gezeigt, wobei auf die viel zu wenig bekannte Tatsache hingewiesen wird, daß die ersten brauchbaren Glühlampen bereits im Jahre 1854 von dem deutschen Auswanderer Heinrich Göbel in Amerika hergestellt wurden, also 24 Jahre

Abb. 6. Edison-Dynamo, erbaut 1881 von der Electric Light Comp., New York.

früher als von Edison, der im allgemeinen als der Erfinder der Glühlampen betrachtet wird. Weiterhin finden wir die Anwendung der Elektrizität in der Heiz- und Kühltechnik (Räume 240 bis 246) und in der chemischen Industrie (1. Obergeschoß, Raum 214), wo u. a. ein Original-Aluminiumofen von Kiliani aus dem Jahre 1887 aufgestellt ist.

Sonderschau „Der luftleere Raum in Naturwissenschaft und Technik“

(1. Obergeschoß).

Unter diesem Titel veranstaltet das Deutsche Museum zur Zeit eine eindrucksvolle Sonderausstellung anläßlich der 250. Wiederkehr des Todestages des großen deutschen Naturforschers und Erfinders Otto von Guericke (1602 bis 1686). Der erste Teil dieser Schau enthält Nachbildungen und Originale von den Geräten Guerickes, darunter die Halbkugeln und die Luftpumpe, die bei dem weltbekannten Versuch mit den Pferdegespannen verwendet wurden. Daneben sind verschiedene Ausgaben des berühmten Guerickeschen Werkes „Experimenta nova ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio“ ausgestellt.

Im zweiten Teil wird in anschaulicher Weise an einer verhältnismäßig kleinen Auswahl von Geräten und Versuchsanordnungen gezeigt, welche ungeheure Bedeutung der luftleere Raum in der Folgezeit für Naturwissenschaft

und Technik erlangt hat. Dabei ist es in neuerer Zeit gerade die Elektrotechnik, die sich des Vakuums in Glühlampen, Röntgen- und Elektronenröhren, Stromrichtern, lichtelektrischen Zellen und Braunschen Röhren in immer steigendem Maße bedient. Die Anwendung der beiden letztgenannten Geräte für den jüngsten Zweig der Elektrotechnik, das Fernsehen, wird in zwei Gegenseh-Fernsprechzellen den Besuchern vorgeführt.

Die elektrochemische Industrie Bayerns.

Von K. Arndt VDE, Berlin.

621.352 (433)

Übersicht. Die elektrochemischen Werke Bayerns werden kurz, hauptsächlich nach der Eigenart ihrer Stromversorgung behandelt.

Die Wasserkräfte Oberbayerns liefern seit Jahrzehnten wohlfeile elektrische Energie für wichtige elektrothermische und elektrochemische Betriebe. Das älteste Karbidwerk Deutschlands wurde vor etwa 40 Jahren in Lechbruck in einer früheren Holzschliffabrik eingerichtet. Weil der Ofenraum niedrig war und der vom Ofen ausgestoßene Kalkstaub durch das geöffnete Tor ins Freie gelassen werden mußte, war das Arbeiten an dem 1500 kW-Ofen und ebenso im Winter das Freimachen der vereisten Rechen am Wehr nicht angenehm. Eigenartig ist die Turbinenanlage des gleichfalls alten Karbidwerkes Freyung; ein wilder Bach, die Ohe, welcher durch einen Stollen zum Krafthaus geleitet wird, gibt zunächst seine Strömungsenergie an eine Turbine ab und stürzt dann in einen tiefen Schacht, um unten eine zweite Turbine zu treiben; durch eine 60 m lange hohle stählerne Welle wird die Energie hinaufgeleitet. Im Mittel stehen 4000 kW zur Verfügung; aber leider oft viel weniger, weil das Regenwasser in dem durchlässigen Gestein rasch versickert und zur Zeit der Trift das ganze Wasser fürs Holzflößen beansprucht werden kann. Günstiger ist in dieser Beziehung das Werk Burghausen der Alexander-Wacker-Gesellschaft daran, welches sein Karbid auf dem Wege über Azetylen und Azetaldehyd zu Essigsäure verarbeitet. Weit größer ist das Karbidwerk Hart mit Neuhart, welches für die 1908 errichteten Bayerischen Stickstoffwerke jährlich 180 000 t Kalziumkarbid liefern kann. Hierfür liefern drei eigene Kraftwerke den Strom zusammen mit den Alzwerken. Die Spitzendeckung übernimmt das Innwerk. Bei den Bayerischen Stickstoffwerken wird nach dem von Dr. Fritz Rothe (Abb. 1) 1898 erfundene Verfahren[1]) an das feingemahlene Karbid bei Rotglut Stickstoff gebunden. Nach diesem Verfahren wird Kalkstickstoff und Düngestickstoff erzeugt.

Während im Kalziumkarbidofen die zur Umsetzung von Kalk und Kohle nötige Hitze im wesentlichen durch den Lichtbogen geliefert wird, wird zur Gewinnung des Schleifmittels Siliziumkarbid im Elektroschmelzwerk Kempten die Widerstandserhitzung benutzt; bei der Temperatur des Lichtbogenofens würde nämlich das Siliziumkarbid (aus Quarz und Kohle hergestellt) wieder zerfallen. Ähnliche, aber längere und schmalere trogartige Widerstandsöfen veredeln in zwei anderen Werken vorgebrannte Kunstkohle zu Graphit.

Beim Innwerk werden von den Vereinigten Aluminiumwerken gewaltige Mengen Aluminiummetall durch Schmelzelektrolyse gewonnen. Hierfür liefern 7 der 15 Turbinensätze des Innwerkes den Gleichstrom von 15 000 A, der durch Bündel von dicken Aluminiumschienen über den Unterwasserkanal hinweg den benachbarten Bäderhallen zugeführt wird.

Metallisches Natrium wird durch Elektrolyse von der I. G. Farbenindustrie erzeugt. In den Kriegsjahren wurden hier ferner 222 Siemens-Billiter-Bäder aufgestellt, welche durch Zerlegung wässeriger Kochsalzlösung mit gesamt 3000 kW Natronlauge und Chlor liefern. Weitere Billiteranlagen sind nach München geliefert worden, und zwar 1920 an die Alexander-Wacker-Gesellschaft 30 Bäder mit 370 kW und 1924 an die Metallytwerke 54 Bäder mit 440 kW. — Schließlich ist noch das Werk Höllriegelskreuth der Elektrochemischen Werke München zu nennen, welches elektrolytisch Persulfat und daraus durch Destillation Wasserstoffsuperoxyd herstellt.

Abb. 1. Dr. Fritz Rothe, der Erfinder des Kalkstickstoff-Verfahrens.

Für die Gewinnung von Karbid, Aluminium, Chlor und Natronlauge werden Elektroden aus künstlicher Kohle gebraucht. Sie werden in Bayern von den Firmen C. Conradty und Dr. Albert Lessing in Nürnberg hergestellt. Seinerzeit bot hier die Bleistiftfabrikation das Vorbild für das Pressen und Brennen der harten, gut leitenden „galvanischen“ Kohlen, zunächst für galvanische Elemente, auch heute noch für Taschenlampen- und Anodenbatterien und Elemente der Fernmeldetechnik. Der Elektrotechnik werden Kohlebürsten für Dynamos und Motoren in allen verlangten Sorten geliefert.

Die Karbidindustrie hat ihre Forderungen in bezug auf die Güte und Größe der Ofenelektroden nach und nach immer weiter gesteigert. Z. B. werden für die Riesenöfen der Bayerischen Stickstoffwerke Kohlen von

[1]) Die übliche Bezeichnung „Frank-Caro-Verfahren“ ist falsch; vgl. Z. Elektrochem. 38 (1932) S. 713.

180 cm Länge und 50 × 50 cm Querschnitt geliefert, die über 700 kg wiegen; für Elektrostahlöfen werden auch graphitierte Rundelektroden benutzt, die bis 50 cm Durchmesser und 2 m Länge erzeugt werden. Graphitierte Kohleplatten werden als Elektrolysekohlen für die Billiterbäder geliefert; sie müssen chemisch sehr widerstandsfähig sein. Bei den klotzförmigen „Anoden" für die Aluminiumbäder tritt außerdem die Notwendigkeit geringsten Aschegehaltes in den Vordergrund, welche für die Gewinnung reinsten Aluminiums notwendig ist. Höchsten Ansprüchen müssen übrigens auch die Kohlenstifte für Bogenlampen genügen. So erfüllt die gesamte Fabrikation der „künstlichen Kohlen" für elektrothermische, elektrolytische und elektrotechnische Zwecke sehr hohe Ansprüche. Die Firma C. Conradty, welche heute zu den größten Privatfirmen Süddeutschlands zählt, wurde von Conrad Conradty 1855 als Bleistiftfabrik gegründet. Sein Sohn Friedrich nahm um 1885 die Fabrikation von Bogenlampenkohlen, 1889 von Kohlestiften, 1896 von Bürsten, 1898 von Ofenelektroden auf. Im Weltkriege wurde die Graphitierung in Kolbermoor eingerichtet, welche gegenwärtig verdoppelt wird, und die Fabrikation „amorpher" Elektroden ausgebaut. Die heute von den Enkeln des Gründers, Eugen und Ottmar, geleitete Firma beschäftigt in ihrem Hauptwerk zur Zeit gegen 1200 Mann.

Zum Schlusse sei noch die Frage berührt, inwieweit jene Betriebe die Belastung der Elektrizitätswerke ausgleichen können. Die Schmelzelektrolyse erfordert möglichst gleichmäßige Energiezufuhr. Dagegen kann die Alkalichlorid-Elektrolyse in gewissen Grenzen schwankender Energiezufuhr angepaßt werden. Weniger empfindlich sind die Karbidöfen, welche noch mit zwei Drittel ihres normalen Strombedarfs leidlich arbeiten und auch mäßige Überlastung vertragen. Am besten passen sich Wasserzersetzer schwankender Energiezufuhr an. Voriges Jahr wurde in Freyung ein Elektrolyseur für 450 kW aufgestellt, der mit 4000 A stündlich 90 m³ Wasserstoff und 45 m³ Sauerstoff (für die Herstellung künstlicher Edelsteine) liefert; er arbeitet auch gut mit 1500 wie mit 6000 A und darf jederzeit aus- oder eingeschaltet werden.

Die Elektrotechnik auf der 3. Reichsnährstands-Schau, Frankfurt a. M. 1936.

Von **W. Wegener** VDE, Frankfurt a. M., **J. Lengsfeld** und **Th. Teinert** VDE, Berlin.

621. 3 : 631. 3 (064)

Übersicht. Am 17. 5. 1936 wurde die 3. Reichsnährstands-Schau vom Reichsbauernführer Darré eröffnet. Sie sollte nicht so sehr eine Warenmesse, sondern eine Lehrschau sein. Das Grundsätzliche dieser neuen Richtung und die in ihr dem VDE zufallenden Aufgaben zu schildern sowie einen kurzen Überblick über die Ausstellungsgegenstände zu bieten, ist Zweck der nachstehenden Arbeit.

Vor 100 Jahren wurde Max Eyth, der Pionier der Landtechnik und Landwirtschaft, geboren, der vor 50 Jahren die landwirtschaftlichen Wanderausstellungen ins Leben gerufen hat. Die 3. Reichsnährstands-Schau in Frankfurt a. M. stand deshalb im Zeichen des Dichteringenieurs Max Eyth, dessen erste Wanderausstellung auch in den Mauern Frankfurts stattfand. Über das persönliche Arbeitsziel Max Eyths äußerte sich der Reichsbauernführer R. Walter Darré in seiner Eröffnungsrede:

„Max Eyth wollte jedes Jahr die Fortschritte der gesamten Landwirtschaft auf agrartechnischem Gebiet dem Landvolk in allen Gauen des Reiches vor Augen führen und zugute kommen lassen. Dabei hatte er einen Grundsatz immer in den Vordergrund gestellt, den ich als Reichsbauernführer bei den neuen Reichsnährstands-Ausstellungen als oberstes Prinzip herausstellte, und zwar den, eine Lehrschau zu schaffen und nicht die Warenmesse in den Vordergrund treten zu lassen. Eyth wollte mit seinen Ausstellungen nie ein Fest, einen Markt, eine Maschinen- oder Tiermesse veranstalten, sondern er wollte die Lehrschau aller landwirtschaftlichen Betriebsmittel ohne Rücksicht auf das Fabrikat zeigen. Die Prüfung von Maschinen und Geräten, die Prämiierung der Tiere, nach einem System der Leistung und nicht des Formalismus, schienen ihm Mittel und Wege hierzu zu sein, ebenso wie die Zurückdrängung des deutschen Charakterfehlers, alles Ausländische zu überschätzen."

Abb. 1. Ausführungsbeispiele für Lichtanlagen auf der Lehrschau Maschinen und Geräte.

Das oben gekennzeichnete Ziel Max Eyths ist durch die Bestrebungen des Reichsnährstandes von neuem Leben erfüllt. Nicht marktmäßig soll die Ausstellung sein, sondern belehrend. Die Lehrschau des Reichsnährstandes steht deshalb im Vordergrund der Ausstellung. Die Maschinenlehrschau, die ein besonderer Anziehungspunkt der Besucher war, führte dem Bauern deutlich vor Augen, welche Geräte ihm die Arbeit erleichtern, beschleunigen und verbilligen können

oder eine Steigerung der Erträge und Verhinderung von Verlusten ermöglichen. Auf den richtigen Einsatz der für die jeweilige Betriebsgröße und -art passenden Geräte und Maschinen, auf ihre richtige und vernünftige Behandlung und Pflege kommt es an.

So wird dem Bauern gezeigt, wo er noch Fehler macht und wie er sie am einfachsten vermeiden kann, um mit seinen Maschinen und technischen Einrichtungen zufrieden zu sein und sie jederzeit voll betriebsfertig zu haben. Eine Drillmaschine, ein Bindemäher oder ein sonstiges Gerät darf nicht das ganze Jahr im Freien stehen und den Angriffen der Witterung ausgesetzt sein; dann ist es in wenigen Jahren gebrauchsunfähig, während eine Maschine im Bauernhof bei guter Pflege zwanzig bis dreißig Jahre halten kann. Durch die in der Lehrschau getroffene Gegenüberstellung von gebrauchten, gut behandelten und gepflegten und schlecht gepflegten und ungeschmierten Maschinen wurde diese Tatsache deutlich unter Beweis gestellt.

In diesem Jahre hat sich auch der VDE an dieser Lehrschau beteiligt, um auch seinen Teil dazu beizutragen, den Bauernstand in der richtigen und sachgemäßen Anwendung seines besten Dieners, der Elektrizität, zu schulen. Die gesteigerte Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft als Licht-, Wärme- und Kraftspender muß mit allen Mitteln gefördert werden, denn sie ist geeignet, die Bestrebungen auf Sicherstellung der Ernährung des deutschen Volkes aus eigenem Boden nicht unerheblich zu fördern. Sie unterstützt den Bauern, und erst sie ermöglicht den restlosen und wirtschaftlichen Einsatz der ländlichen Arbeitskräfte.

Die Vorzüge der elektrischen Beleuchtung sind bekannt. Eine genügende Außenbeleuchtung des Hofes ermöglicht, auch nach Sonnenuntergang dringende Arbeiten zu Ende zu führen. In den Ställen und Wirtschaftsräumen ermöglicht ausreichende Beleuchtung einwandfreie Viehpflege und schaltet die bei Verwendung von Stallaternen und ähnlichen Behelfsmitteln bestehenden Brandgefahren vollständig aus. In den Wohnräumen ist sie heute schon unentbehrlich geworden. Durch besondere Raumgestaltung und reichliche elektrische Beleuchtung war die Elektroschau des Elektro-Ausschusses in Frankfurt a. M. sehr wirkungsvoll und werbend ausgeführt. Die Schau zeigte eine große Auswahl der in der Landwirtschaft nützlichen Elektrogeräte.

Wärmegeräte der verschiedensten Art, Futterdämpfer, elektrische Brutapparate, Kocher, Wärmeplatten, Bügeleisen und alle sonst im Haushalt gebräuchlichen Geräte erleichtern der Bäuerin die Hausarbeit und entlasten sie für andere, gerade in der Erntezeit dringende Arbeiten.

Neben Kühlschränken mit und ohne Elektromotor war auch die Hauswasserversorgung mit elektrischem Antrieb in verschiedenen Ausführungen zu finden. Die elektrische Groß- und Kleinküche, die als wesentlicher Bestandteil der Elektroschau allen Interessenten Gelegenheit bot, sich über die Vorteile dieser Einrichtungen gerade für den Landhaushalt durch praktische Kochvorführungen unterrichten zu lassen, füllte einen großen Teil des Ausstellungsraumes.

Mannigfaltig sind die Anwendungsmöglichkeiten des Elektromotors in der Landwirtschaft. Während in früheren Jahren als Kraftantrieb nur die Dampfmaschine oder Lokomobile und hier auch nur für größere Betriebe und als Antrieb für Dreschmaschinen und andere Großgeräte in Betracht kam, ermöglicht die Einführung der Elektrizität nicht nur eine wirtschaftliche Verteilung der Kraft bis zu dem kleinsten bäuerlichen Betriebe, sie gestattet darüber hinaus die Unterteilung des mechanischen Antriebes bis zu den kleinsten Einheiten und vermeidet die aus der Anwendung beheizter Kraftmaschinen, Dampfmaschinen und Lokomobilen sich herleitenden Brandgefährdungen. Als Antrieb von Rübenschneidern, Schrotmühlen und ähnlichen Futterbereitungsmaschinen, von Windfegen, Trieuren, Schermaschinen, Kornbödenaufzügen u. ä. entlastet die Elektrizität den Bauern von körperlicher Arbeit und macht tierische Arbeit für die Zwecke der Feldbestellung frei.

Kurzschlußläufermotoren für 0,1 bis 1,0 kW findet man bereits für den Antrieb kleinster Pumpensätze für Hauswasserversorgungsanlagen, für den Antrieb von Doppelwinden zum Befördern von Säcken u. dergl. auf Kornböden, von Häckselmaschinen für kleine Betriebe, von Rübenschneidern, von Schermaschinen mit über Stangengelenkwelle gekuppeltem oder im Handgriff eingebautem Motor, von Flaschenverschlußmaschinen für Molkereien oder landwirtschaftliche Betriebe mit vorwiegender Milchwirtschaft. Die Anwendung größerer Motoren wurde gezeigt bei Dreschmaschinen von den kleinsten bis zu den größten. Bemerkenswert ist, daß man im Gegensatz zu den ersten Jahren der Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft heute auch hier den Einzelantrieb, d. h. den fest mit der Dreschmaschine verbundenen Motor dem fahrbaren Motor vorzieht, obgleich auch der trag- und fahrbare Motor für andere Zwecke seine Bedeutung behalten wird und auch gezeigt wurde. Wie die Dreschmaschinen, so werden auch Strohselbstbinder und vor allem Strohpressen und Stroh-, Heu- und Garbenförderanlagen mit besonderem Antrieb versehen, um möglichst alle Anlagen unabhängig voneinander betreiben zu können. Wasserhaltungsanlagen für kleine und große Wirtschaftsbetriebe werden durchweg mit Kurzschlußläufermotoren angetrieben, arbeiten mit den Hilfsmitteln der Elektrotechnik voll selbsttätig und nehmen dem Bauern Arbeit und Mühen ab. Besonders auffallend war die Ausstellung vieler Anlagen für Jauche-, Bau- und Schlammpumpen, auch für größere Leistungen. Hier sah man fahrbare Kreisel- und als letzte Neuerung sogenannte Membranpumpen in Betrieb. Ferner wurden Jauchepumpen mit festangebautem Motor gezeigt, mit dem gleichzeitig auch ein Rührwerk angetrieben wurde.

Die Motoren sind z. T. abnehmbar und für andere Zwecke, z. B. für Rübenschneider und Häckselmaschinen zu verwenden, wodurch den Bauern eine Erleichterung bei der Beschaffung dieser Geräte ermöglicht wird. Alle Antriebsmotoren und Schaltgeräte sind vorbildlich installiert. Die meisten Motoren sind mit den Schaltgeräten zusammengebaut, so daß nur noch eine Verbindungsschnur mit Stecker erforderlich ist, um die Anlagen in Betrieb zu nehmen. Von besonderem Interesse war ein vollständig eingerichtetes Bauerngehöft, das auch über alle elektrotechnischen Einrichtungen verfügte. In Verbindung hiermit wurde ein elektrisch betriebenes Schöpfwerk für Ent- und Bewässerung von Ländereien gezeigt. Da die Förderhöhen meist gering sind (bei dem Modell 2,5 m), sind auch nur verhältnismäßig kleine Leistungen für die Förderung großer Wassermengen erforderlich. Die gezeigte Pumpe wurde von einem 7,5 PS-Motor angetrieben, leistete etwa 600 m^3/h und reicht aus für die Entwässerung von 50 bis 100 Hektar. Gerade diesen Einrichtungen wird in Zukunft besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn durch billige Ent- und Bewässerungsanlagen, deren Betriebskosten durch Verwendung billigen Nachtstromes niedrig gehalten werden können, ist dem Landwirt vieler Gegenden Deutschlands eine außerordentliche Ertragssteigerung möglich.

In den Ausstellungshallen der Elektrogroßfirmen sah man u. a. auch Schaltanlagen für landwirtschaftliche Räume, Sonderantriebe für Pumpen aller Art, z. B. für Molkereimaschinen. Als Neuheit wurde z. B. ein mit UV.-Strahlung arbeitendes Wasserentkeimungsgerät zur Entkeimung des bei der Butterbereitung benutzten Waschwassers gezeigt.

Mit dieser Aufzählung ist die Anwendungsmöglichkeit der Elektrizität keineswegs erschöpft. Es würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, die vielen anderen Anwendungsgebiete in der Landwirtschaft und ihren Nebenbetrieben zu nennen. Aber schon diese kurze Zusammen-

fassung zeigt deutlich genug die überragende Bedeutung einer richtigen Anwendung und Einführung elektrischer Energie zur Erringung der Brotfreiheit.

Wir stehen vor der großen Aufgabe, den Bauern für die richtige Kraftwirtschaft zu erziehen und zu schulen. Das ist mit Sinn und Zweck der Lehrschau der landwirtschaftlichen Ausstellungen. Hier nach Kräften mitzuarbeiten ist Pflicht eines jeden. Auf der 3. Reichsnährstands-Ausstellung in Frankfurt a. M. hat der VDE als berufener Vertreter der Elektrotechnik sich in die Dienste dieser Aufgabe gestellt. An vier Ausführungsbeispielen (Abb. 1) wurde dem Ausstellungsbesucher vor Augen geführt, wie eine Lichtanlage im Hause und im Wirtschafts- und Stallgebäude beschaffen sein soll und wie sie nicht ausgeführt werden darf. Verschiedene, unvorschriftsmäßig hergestellte Geräte, die wohl billig vertrieben werden, zeigten ihm, daß das Billige gerade in der Landwirtschaft nicht das Beste und Sicherste ist. Nicht zuletzt der Hinweis, daß durch eines dieser Geräte ein Landwirt durch den elektrischen Strom getötet worden ist, veranlaßte eine große Anzahl der Besucher, die Muster mit besonderer Aufmerksamkeit zu besichtigen und die ausgelegten Sonderdrucke VDE 0130/1926 „Elektrische Anlagen in der Landwirtschaft“ und VDE 0132/1932 „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ mitzunehmen.

Trägerfrequente Rundfunkübertragung über Freileitungen.

Von **Hellmut Werrmann**, Berlin.

(Schluß von S. 710.)

621. 396. 97 : 621. 396. 44

III. Aufbau und Wirkungsweise von drei wichtigen Einzelteilen des Systems.

1. Ringmodulator.

Zur Modulation und Demodulation werden als nichtlineare Elemente Kupferoxydul-Trockengleichrichter verwendet, wodurch der Raumbedarf sehr klein und die Lebensdauer praktisch unbegrenzt wird. Sie werden in Form eines Ringes zusammengeschaltet, Abb. 9, wonach der Modulator „Ringmodulator“ genannt wird. Die Kupferoxydulzellen haben wie alle Gleichrichter die Eigenschaft, in einer Richtung bevorzugt stromdurchlässig zu sein. Zur Erörterung der Modulatorwirkungsweise sei festgesetzt, daß im vorliegenden Falle die Durchlässigkeit in Pfeilrichtung liege, und zur Vereinfachung angenommen, daß die Zellen in umgekehrter Richtung vollkommen sperren. Die Niederfrequenz wird an den Klemmen *1* und *2* zugeführt, die Trägerfrequenz an den Klemmen *5* und *6*. Die Amplitude der Trägerfrequenz sei groß gegenüber der Niederfrequenzamplitude. Dann werden in dem Augenblick, wo die Klemme *5* positiv und die Klemme *6* negativ wird, die gestrichelten Modulatoren durchlässig. Man kann sie vereinfacht als Relaiskontakte auffassen, die nur schließen, wenn die Spannung am Pfeil positiv ist. Beginnt im Augenblick des Schließens der Niederfrequenzstrom gerade von seinem Wert Null an zuzunehmen, so wird der Strom im Ausgangskreis zunächst auf dem gestrichelten Kurvenstück verlaufen. Wird nun der Augenblickswert des Trägerstroms negativ, d. h. Klemme *5* minus und Klemme *6* plus, dann werden die punktierten Zellenwege durchlässig und die gestrichelten undurchlässig. Der Weg für die Niederfrequenz wird umgepolt, und der weitere Verlauf des Stromes im Ausgangskreis verläuft auf dem punktierten Kurvenstück. Wir erhalten also eine hochfrequente Schwingung von der Frequenz des Trägers, die berandet wird von einer niederfrequenten von der Frequenz der Niederfrequenz. Ihre Analyse ergibt im wesentlichen zwei verschiedene Frequenzen $T \pm N$ konstanter Alplitude, also die beiden Seitenbänder. Unterdrückt sind Trägerfrequenz T und Niederfrequenz N. Doch ist dies nicht der alleinige Vorzug dieser kombinierten Gegentaktschaltung, sondern sie unterdrückt auch noch eine Reihe anderer unerwünschter Modulationsprodukte. Die dann noch entstehenden Schwingungen höherer Ordnung lassen sich leicht durch Siebmittel entfernen. Der Grad der Trägerunterdrückung hängt ab vom Grade der Symmetrie der Sperrschichtzellen. Bei genügender Herstellungserfahrung lassen sich die Zellen mit großer Gleichmäßigkeit und zeitlicher Konstanz herstellen. Kombiniert man die Zellen dann noch zweckentsprechend, dann läßt sich selbst bei gegenüber dem Seitenband großem Träger der Trägerrest im Modulatorausgang auf einen sehr kleinen Bruchteil der Seitenbänder bringen. Darüber hinaus kann man den Rest noch einmal um etwa eine Größenordnung unter diesen Wert senken. Dies läßt sich durch eine Kompensationsschaltung erreichen, wie sie in Abb. 10 dargestellt ist.

Abb. 9. Modulationsvorgang im Ringmodulator.

M Modulator *T* Trägergenerator

Abb. 10. Prinzip der Trägerrestkompensation.

Man zweigt von dem Trägerstrom einen Teil ab und führt ihn dann, nach Betrag und Phase entsprechend geregelt, in den Ausgangskreis ein, so daß in ihm der Trägerrest bis auf einen verschwindenden Rest kompensiert wird. Der Vorgang der Kompensation weicht etwas von dem in linearen Systemen ab, da der eingeführte Kompensations-

strom zugleich den Arbeitspunkt der Gleichrichterzellen verlagert und dadurch die Symmetrie der Ringschaltung verbessert. Der so kompensierte, wie ein Doppelgegentaktmodulator wirkende Ringmodulator hat sich in langen Dauerversuchen als ein vorzügliches Modulationsglied von praktisch unbegrenzter Lebensdauer und von verschwindendem Raumbedarf erwiesen. Seinen konstruktiven Aufbau zeigt Abb. 11.

Abb. 11. Ansicht eines Ringmodulators.

2. Kristallfilter.

Hinter dem Ringmodulator sind nach dem vorher Gesagten nur noch die beiden Seitenbänder vorhanden, von denen das obere noch zu unterdrücken ist. Die Unterdrückung braucht nicht vollkommen zu sein. Der Einfluß des oberen Seitenbandrestes äußert sich in linearen Verzerrungen des demodulierten Bandes, da bei einem z. B. in der relativen Phase beliebig verschiedenen Übertragungsmaß für die oberen und unteren Seitenbandfrequenzen eine Verzerrung der Amplituden dieses Bandes bei bestimmten Frequenzen eintreten kann, die schwanken kann zwischen Amplitudenverdopplung bis zu völliger Auslöschung. Soll die Schwankung kleiner bleiben als $\pm {}^2/_{100}$ N, also ± 2 %, so darf der Seitenbandrest auch nur maximal 2 % des übertragenen Bandes betragen.

Abb. 12. Solldämpfungskurve des Seitenbandsiebes.

Eine Unterdrückung auf 2 % entspricht einer Dämpfung von 4 N. Die Filterkurve muß also etwa den in Abb. 12 dargestellten Verlauf haben. Das NF-Band erstreckt sich von 30 Hz bis 8000 Hz. Moduliert man hiermit einen Träger von 42,5 kHz, dann liegen die tiefsten Seitenbandfrequenzen bei 42,47 kHz im unteren und bei 42,53 kHz im oberen Seitenband, die höchsten bei 34,5 bzw. 50,5 kHz. Außerdem liegt bei 34 kHz die „Steuerfrequenz". Unteres Seitenband und Steuerfrequenz müssen herausgesiebt werden, Niederfrequenz und oberes Seitenband müssen unterdrückt werden. Infolge des großen Abstandes der Niederfrequenz kann sie von dem Bandfilter leicht vollständig weggedämpft werden. Das obere Seitenband dagegen beginnt in bereits 60 Hz Abstand vom unteren. Hier muß das Filter also eine außerordentlich steile Flanke haben: bei 42 470 Hz muß es eine sehr kleine Dämpfung haben, und diese muß innerhalb 60 Hz ansteigen auf einen ausreichenden Wert bei 42 530 Hz. Da die Steilheit der Flanke eines Filters begrenzt ist durch die Verluste in den Schwingkreisen, müssen diese Verluste durch Wahl geeigneter Baustoffe möglichst klein gehalten werden. Das Ansteigen der Dämpfung ist allgemein bereits im Nutzbereich zu erwarten, ehe sie außerhalb dieses Bereiches in die immer steiler werdende Flankendämpfung übergeht. Eine weitere Versteilerung dieser Flanke durch zusätzlichen Aufwand ergibt allgemein auch eine Zunahme des Dämpfungsanstiegs im Durchlässigkeitsbereich, wenn sie nicht durch ein besonders verlustarmes Glied erfolgt. Erwünscht wäre ein Dämpfungsverlauf dieses Zusatzgliedes, der im Durchlässigkeitsbereich dem des Filters entgegengesetzt verläuft. Einen solchen Dämpfungsverlauf kann man nun verwirklichen durch einen als zusätzlichen Schwingungskreis verwendeten Quarzkristall, also ein sogenanntes zusätzliches „Kristallfilter".

Abb. 13. Ersatzschaltbild und Scheinwiderstand eines Schwingquarzes.

Die elektrische Ersatzschaltung eines Quarzes zeigt Abb. 13. Sie besteht aus einer Kapazität C_1, einer Induktivität L_1 und einem Verlustwiderstand R_1. Diese Werte können errechnet werden aus den Abmessungen des Quarzes sowie aus seinem Elastizitätsmodul, seiner Dichte, seiner Viskosität und seiner piezoelektrischen Konstante. Überbrückt ist der Quarz durch die unvermeidliche Kapazität seiner Elektroden und der Halterung. Seine Abmessungen betragen etwa $(65 \times 10 \times 4)$ mm^3, die Elektroden werden durch eine Vergoldung der Breitseiten gebildet, wie im Bild angegeben. Die Werte dieser vier Ersatzgrößen weichen nun von den bei hochwertigen Ringspulen erreichbaren erheblich ab. So ist die Induktivität L_1 rd. 350 H und der Verlustwiderstand R_1 nur 1400 Ω, also beträgt der spezifische Wert des Verlustwiderstandes nur 4 Ω/H, während man bei hochwertigen Spulen mit etwa dem hundertfachen Wert rechnen muß, ganz abgesehen davon, daß solche Spulen eine große Eigenkapazität haben, die Induktivität L_1 im Ersatzschaltbild des Quarzes aber kapazitätsfrei ist. Die Kapazitäten C_1 und C_0 sind dabei so klein, daß die Resonanzfrequenzen bei 42,5 kHz liegen. Der Scheinwiderstandsverlauf ist dargestellt unter der Annahme, daß der Verlustwiderstand $R_1 = 0$ ist. Ohne C_1 und L_1 hätte man den gestrichelten Verlauf, also den Scheinwiderstand von C_0. Mit C_1 und L_1 wird der Scheinwiderstand bei Spannungsresonanz zwischen C_1 und L_1, also bei f_1, zu Null, bei der Stromresonanz der Anordnung, also bei f_0, wird er ∞ und geht schließlich bei größeren Frequenzen wieder in den Verlauf von C_0 über. Der Abstand zwischen f_1 und f_0 ist hier der Deutlichkeit halber übertrieben weit gezeichnet. In Wirklichkeit wird dieser Bereich von f_1 bis f_0 und etwas darüber hinaus innerhalb weniger Hertz durchlaufen, wie die für die Schaltung ein-

schließlich der Verluste geltende Ortskurve in Abb. 14 zeigt: Bei $f = 0$ ist die Anordnung rein kapazitiv vom Widerstand ∞, wird bei $f = f_1$ rein reell und gleich R_1, durchläuft dann etwa einen Kreis, wird bei f_0 wieder rein reell und sehr groß (nicht ∞, da Verlust in R_1 berücksichtigt), wird dann kapazitiv und bei $f = \infty$ zu Null.

Abb. 14. Ortskurve eines Schwingquarzes und seine Einschaltung zwischen Widerständen.

Schaltet man also den Quarz in die gezeichnete Widerstandsanordnung ein, dann wird bei f_1 die Dämpfung zwischen den beiden Spannungen U_1 und U_2 am kleinsten, also U_1/U_2 ein Minimum, bei f_0 umgekehrt ein Maximum. Durch entsprechende Bemessung von R_a, R_b, R_c (um größere Freiheit hierbei zu haben, ordnet man das ganze Schwingsystem zwischen 2 Röhren an) und der Quarzkonstanten kann man den Dämpfungsverlauf abändern, so daß die Summe der Dämpfungskurven von beiden Filtern fast im ganzen Bande waagerecht verläuft[3]). In Richtung auf den Träger kommt eine Dämpfungsabnahme und kurz darauf eine sehr steile Filterflanke. Die Dämpfungsabnahme hebt die entsprechenden Frequenzen an, doch läßt sich diese Verzerrung nach der Demodulation durch niederfrequente Entzerrung leicht beseitigen.

Das Kristallfilter stellt also einen hervorragenden Bauteil dar, der voraussichtlich für Trägerstromsysteme der Zukunft und für verwandte Gebiete noch von großer Bedeutung werden wird.

3. Generatorsatz.

Es wurde bereits gezeigt, daß der Zusatz der Trägerfrequenz zum übertragenen Seitenband zum Zwecke der Demodulation unbedingt genau erfolgen muß, um Frequenzfälschungen des übertragenen Bandes vollkommen zu vermeiden. Diese Forderung eines völligen Trägersynchronismus wird, wie bereits oben beschrieben, dadurch erfüllt, daß man die Träger am Sendeort und Empfangsort durch einen gemeinsamen, am Sendeort aufgestellten Steuergenerator steuert, zu welchem Zwecke, wie schon erwähnt, die Steuerfrequenz mit über die Leitung übertragen wird. Es wird also an den beiden Enden des hochfrequenten Übertragungsweges je ein sog. „Generatorsatz" vorgesehen, wobei beide Sätze nach dem in Abb. 7 dargestellten Prinzip miteinander zusammenarbeiten. Die grundsätzliche Wirkungsweise der Gesamtanordnung ist die folgende:

Der Steuergenerator *St* von hoher Frequenzgenauigkeit, Frequenzkonstanz und Amplitudenkonstanz erzeugt die Frequenz $f = 34$ kHz. Er steuert den Senderträgergenerator T_1 im Frequenzverhältnis 4 : 5, womit dessen Frequenz $f_2 = 42{,}5$ kHz wird. Außer dem im Modulator *M* erzeugten Seitenband wird die Steuerfrequenz f_1 auf den Senderverstärker *V* gegeben, der auf die Fernleitung arbeitet. Am Empfangsort werden Seitenband und Steuerfrequenz wieder gemeinsam verstärkt. Dann wird die Steuerfrequenz f_1 durch ein Filter ausgesiebt und mit ihr der Empfänger-Trägergenerator T_2 wieder im Frequenzverhältnis 5 : 4 gesteuert, womit T_1 und T_2 genau synchronisiert sind. Im Demodulator erfolgt dann wieder die Demodulation. Außer dem durch diese Steuerung erreichten Trägersynchronismus sind an die Generatorsätze noch weitere Anforderungen zu stellen. So darf sich die Trägerfrequenz gegen die Resonanzfrequenz des sehr konstanten Quarzfilters nicht verschieben. Diese Forderung der Frequenzkonstanz wird erfüllt durch einen besonderen Aufbau des Steuergenerators, der seine Frequenz weitgehend von Schwankungen der Betriebsspannungen und der Temperatur unabhängig macht. Diese Konstanz gewährleistet eine während des Betriebes stets gleichbleibende relative Lage der Seitenbänder zum Kristallfilter. Da ihre absolute Lage aber genau stimmen muß, damit die trennende Filterkante genau in der schmalen Lücke zwischen den beiden Seitenbändern zu liegen kommt, ergibt sich außerdem noch die Forderung einer großen absoluten Frequenzgenauigkeit.

Abb. 15a. Prinzipschaltbild des Steuergenerators.

St Steuergenerator *V* Verstärker
T Trägergenerator

Abb. 15b. Schema des Mitziehvorganges.

Da man endlich die übertragene Steuerfrequenz in einer weiter unten erläuterten Weise zur Überwachung des durch die veränderliche Leitungsdämpfung beeinflußten Übertragungspegels benutzt, muß der Steuerfrequenzpegel am Sendeort sehr konstant sein. Damit ergibt sich als letzte Forderung die der Amplitudenkonstanz des Steuergenerators.

Wie diese zahlreichen Forderungen erfüllt werden, ist in den folgenden Abschnitten an Hand des stark vereinfachten Prinzipschaltbilder des Steuergenerators Abb. 15 a auseinandergesetzt.

a) Amplitudenkonstanz. — Die Anode der Schwingröhre ist über die Reihenschaltung aus den Widerständen $\mathfrak{R}$ und R auf das Gitter rückgekoppelt, an dem der aus C und L gebildete Schwingkreis liegt. An der Reihenschaltung von Widerstand R und Schwingkreis LC liegt ein Heißleiter H, von dem über einen Vorschaltwiderstand R_v die Spannung abgegriffen wird. Dieser Heißleiter dient zur selbsttätigen Regelung der Amplitude der abgegebenen Spannung. Er besteht aus einem Stoff, der mit steigender Temperatur seinen Widerstand stark verringert. Bei richtiger Bemessung kann man dann erreichen, daß in einem größeren Strombereich die Spannung am Heißleiter auf wenige Prozent konstant ist. Trotz seiner stark nichtlinearen Eigenschaften gegenüber langsamen Pegelschwankungen ist er wegen der großen Wärmeträgheit gegenüber hochfrequenten Schwingungen praktisch linear, sein Klirrfaktor daher außerordentlich gering. Nach dem Einschalten des Steuergenerators nimmt der Pegel an seinen Ausgangsklemmen von einem Höchstwert ab und erreicht im stationären Zustand schließlich seinen Sollwert, der unabhängig von den Betriebsspannungsschwankungen dann auf wenige hundertstel Neper eingehalten wird.

b) Frequenzkonstanz. — Die Frequenzkonstanz eines Röhrengenerators ist gegeben durch die Konstanz seiner Einzelteile, da die Frequenz sich stets so einstellt, daß im gesamten Rückkopplungswege die Summe der Phasenwinkel Null wird, daß also die sogenannte „Phasenbilanz" erfüllt ist. Gestört wird die Phasenbilanz für eine vorgeschriebene Frequenz sowohl durch Änderung der Wirkwiderstände, also z. B. R_i (Schwankung

[3]) Vgl. W. Rabanus u. S. Rynning-Tönnessen, Rundfunkübertragung in Norwegen. Europ. Fernsprechdienst (1935) H. 41, S. 222.

der Betriebsspannungen und damit Verlagerung des Arbeitspunktes oder Röhrenwechsel) als auch der Blindwiderstände, also z. B. L und C. Veränderliche Wirkwiderstände ändern stets dann die Phase und damit die Frequenz, wenn sie in Reihe mit Blindwiderständen liegen, also in unserm Falle z. B. in Reihe mit der Streuung des Schwingkreisübertragers, da der Generator aus Gründen der Phasenbilanz dann ja nicht genau mit der durch L und C allein bestimmten Frequenz schwingen kann. Kompensiert man aber diese Blindwiderstände, z. B. durch den Phasendreher $\mathfrak{R}$, dann wird der Einfluß von Ri verschwindend gering und die Frequenz nur durch L und C bestimmt. Beide Teile sind im allgemeinen temperaturabhängig. Die durch eine hervorragende Konstanz sich auszeichnenden Glimmerkondensatoren mit fest anhaftendem Belag haben einen geringen positiven Temperaturkoeffizienten. Man kann nun den der Induktivität bei Verwendung von Eisenpulverkernen durch Wahl geeigneter Kernmischungen negativ machen, so daß die Koeffizienten sich z. T. aufheben. Damit wird der Temperaturgang des Schwingkreises entsprechend verringert und die zeitliche Frequenzkonstanz des Generators erhöht.

c) Frequenzgenauigkeit. — Somit ist die Steuerfrequenz und die damit im Verhältnis 5 : 4 synchronisierte Trägerfrequenz zeitlich sehr konstant. Damit nun auch ihre absolute Genauigkeit der des Kristallfilters entspricht, benutzt man die naheliegende Lösung, sie zur Kontrolle nach definierter Verstimmung um 30 Hz auf die Resonanzfrequenz des Quarzes abzustimmen. Dann hat man die sichere Gewähr, daß Steuerfrequenz, Trägerfrequenz und Seitenband relativ richtig zum Kristallfilter liegen, was man nach einem längeren Zeitraum durch wiederholte Kontrolle prüfen kann.

d) Trägersynchronismus. — Die gemeinsame Steuerung der beiden Trägergeneratoren mittels der unterhalb des Seitenbandes liegenden Steuerfrequenz erfolgt durch Mitziehen. Das Auftreten von Zieherscheinungen ist schon lange bekannt, doch sei der weniger bekannte ursächliche Mechanismus im folgenden kurz beschrieben, da seine Kenntnis für das tiefere Verständnis des vorliegenden Steuervorgangs notwendig ist. Zur Vereinfachung sei zunächst angenommen, daß nach erfolgter Synchronisierung Steuerfrequenz f_1 und Trägerfrequenz f_2 gleich seien: $f_1 = f_2$. Nach der in Abb. 15 b dargestellten Schaltung arbeitet der Steuerfrequenzgenerator St mit der Steuerfrequenz f_1 über den abgestimmten Verstärker V auf den Trägergenerator T, der mit der Trägerfrequenz f_2 schwingt. Ein umgekehrter Energiefluß von T nach St über den trennenden Verstärker V ist nicht möglich. Dann wird zunächst jeder Generator mit seiner Eigenfrequenz f_1 bzw. f_2 so schwingen, daß seine Phasen- und Amplitudenbilanz erfüllt ist. Eine Abweichung von der Eigenfrequenz würde sofort einen Blindstrom auftreten lassen, was einen instabilen Zustand darstellt, da dann die Phasenbilanz nicht mehr stimmt, es sei denn, daß dieser Blindstrom von einer äußeren Stromquelle geliefert wird. Drückt man daher dem Trägergenerator, der mit der Frequenz f_2 schwingt, die etwas davon verschiedene Frequenz f_1 des Steuergenerators auf, so wird die Frequenz f_2 mit der Frequenz f_1 synchron werden, wenn der Generator der letzteren eine ausreichende Ergiebigkeit besitzt zur Lieferung des zur Verstimmung von f_2 erforderlichen Blindstromes. Unter dieser Voraussetzung ist also der Steuerfrequenzgenerator imstande, den Trägerfrequenzgenerator mitzuziehen. Zur Vereinfachung war zunächst angenommen, daß f_1 und f_2 sehr benachbart liegen sollten. Es ist aber auch möglich, f_2 durch f_1 zu steuern, wenn beide weiter voneinander entfernt sind, vorausgesetzt nur, daß sie im Verhältnis ganzer Zahlen zueinander stehen. Wie die Steuerung z. B. bei dem Verhältnis 5 : 4 zustande kommt, ergibt folgende Überlegung. Wenn man den Grad der Aussteuerung des Trägergenerators genügend groß macht, so daß er ein stark nichtlineares Gebilde darstellt, sind außer den Grundschwingungen f_1 und f_2 auch deren Oberwellen in ziemlicher Stärke vorhanden. Die Oberwellen von f_1 und f_2 bilden aber miteinander wieder Kombinationstöne, von denen einer in die Nähe von f_2 fällt und bei genügender Größe f_2 mitzunehmen imstande ist.

Ein einfaches Zahlenbeispiel möge dies erläutern: Es werde angenommen, f_1 sei gleich 4 und f_2 nicht genau 5, sondern 5,01. Dann ergibt die 5. Oberwelle von 4 in Kombination mit der 3. von 5,01, und zwar durch Differenzbildung, den zu 5,01 benachbarten Wert 4,97. Hat die letztere Frequenz eine ausreichende Amplitude, dann sucht sie 5,01 mitzunehmen, womit sie selbst aber größer wird, da sie ja 5,01 verkleinert. Sobald 5,01 auf 5,00 gefallen ist, ist die Frequenzangleichung beendet, da inzwischen die Kombinationsfrequenz 4,97 ebenfalls den Wert 5,00 angenommen hat. Beim Mitziehen springen also f_2 und f_3 auf genau den Wert 5 und behalten ihn auch in einem breiteren Mitziehbereich bei, solange genügend Blindstromzufuhr die Phasenbilanz des Trägergenerators aufrechterhält. Der Zustand des Mitziehens läßt sich weiterhin sehr einfach überwachen. Überschreitet man nämlich seine Grenzen, so entstehen u. a. auch hörbare Kombinationstöne, die man nur durch Nachstimmen des Trägergeneratorkreises zum Verschwinden zubringen braucht, um den Mitziehvorgang wiederherzustellen. Es ist auf diese Weise auch sehr einfach, die Mitte zwischen oberer und unterer Abreißgrenze einzustellen.

IV. Betriebliche Eigenarten des Systems.

Genauere Schaltbilder von der Zusammenschaltung der vorstehend beschriebenen Einzelteile sind in Abb. 10 und 11 des erwähnten Aufsatzes (Fußnote 3) von Rabanus u. R.-Tönnessen angegeben und dort allgemein erläutert. Von Einzelheiten verdienen besonderes Interesse die Fernleitungsentzerrung, die Dynamiküberwachung und die Betriebswechseleinrichtung.

1. Fernleitungsentzerrung.

Die Dämpfung einer Freileitung ist abhängig von der Frequenz und den Witterungseinflüssen, Abb. 16. Bei trockenem Wetter beträgt die Dämpfung einer 3-mm-Bronzefreileitung von 200 km Länge bei 42,5 kHz etwa 2,4 N. Die Dämpfung ist frequenzabhängig, und zwar nimmt sie zwischen 34 und 42,5 kHz ungefähr linear zu um etwa 0,2 N. Infolge der mit feuchtem Wetter zunehmenden Ableitung der Leitung steigt die Dämpfung dieses Abschnitts auf etwa 3,8 N bei 42,5 kHz und ihr Frequenzgang zwischen 34 kHz und 42,5 kHz auf etwa 0,5 N. Eine weitere Dämpfungszunahme ist im Winter zu erwarten, wenn die Leitungen vereist sind, und zwar infolge der mit steigender Frequenz stark zunehmenden dielektrischen Verluste der Eisschicht. Dieser sogenannte Rauhreif kann eine beträchtliche Schichtdicke erreichen, jedoch

Abb. 16. Dämpfung einer 200 km langen Fernsprech-Freileitung bei verschiedenen Witterungen in Abhängigkeit von der Frequenz.

Abb. 17. Dämpfungsfächer des Fernleitungsentzerrers.

sind erfahrungsgemäß immer nur Teile eines Leitungsabschnittes davon betroffen, so daß es auch für die längsten in Betracht kommenden Verstärkerabschnitte genügt, Entzerrungsmittel für eine Dämpfungsverzerrung von etwa 1 N vorzusehen. Bei Freileitungen stehen Dämpfungsverzerrung und Gesamtdämpfung in einem genügend bekannten Zusammenhang, so daß eine gemeinsame Entzerrungs- und Verstärkungseinstellung vorgesehen werden könnte. Bestehen die Fernleitungen aber aus Freileitungen mit dazwischenliegenden Kabelstücken, so sieht man zweckmäßig eine voneinander unabhängige Einstellung von Verstärkung und Entzerrung vor. Die Ermittlung der richtigen Reglerstellungen muß dann allerdings im Betriebe beim Einpegeln und beim Überwachen in wenigen Sekunden ausführbar sein.

Zu diesem Zwecke sind die Dämpfungskurven des Entzerrers, die der Dämpfung der Freileitung genau entgegengesetzt verlaufen, wie in Abb. 17 zu sehen, fächerartig ausgebildet. Der Drehpunkt des Fächers liegt in der Nähe der Trägerfrequenz bei 41,7 kHz (Seitenbandfrequenz 800 Hz). Verstellt man den diese Schwenkung ausführenden Regler, so ändert sich die Dämpfung bei dieser Frequenz nicht, dagegen bei 34 kHz (bzw. 8500 Hz) in Stufen von 0,1 N. Damit ergibt sich das folgende Verfahren der Entzerrungseinstellung: Vor der eigentlichen Übertragung gibt man zu der stets vorhandenen Steuerfrequenz noch die Seitenbandfrequenz von 41,7 kHz (800 Hz niederfrequent) über die Leitung. Die Pegel am Empfangsort mißt man dann selektiv, und zwar bringt man zuerst den Pegel bei 41,7 kHz durch Verstellen eines frequenzunabhängigen Reglers auf seinen Sollwert, und dann bei 34 kHz durch Verstellen des Schwenkreglers. Da letzterer die Dämpfung bei 41,7 kHz nicht ändert, stimmt dann die Entzerrung für die beiden Pegelfrequenzen und dadurch mit ausreichender Genauigkeit im gesamten Band. Während der Übertragung überwacht man dann den Betriebszustand nur mit der Steuerfrequenz. Ihr Pegel wird mit einem Röhrenvoltmeter gemessen, und zwar ist der Bereich, in dem er schwanken darf (± 0,2 dN) auf der Skale des Anzeigegerätes durch zwei rote Marken begrenzt. Überschreitet der Ausschlag des Meßinstrumentes diese Grenzen für eine längere Zeitdauer als etwa 15 s, so ertönt ein Glockensignal und zugleich leuchtet ein optisches Schauzeichen auf, das auf Pegelabweichung als Ursache des Signals hinweist. Durch Verstellung des Verstärkungsreglers paßt man dann die Verstärkung der geänderten Leitungsdämpfung an durch Wiederherstellen des Sollausschlages, und nur in den Ausnahmefällen zeitlich erheblicher Dämpfungsschwankungen stellt man nach einer größeren Verstellung des Verstärkungsreglers auch den Schwenkregler im gleichen Sinne etwas nach. Etwa bleibende Entzerrungsungenauigkeiten mitteln sich dann praktisch über die Gesamtverbindung aus.

2. Dynamiküberwachung.

Bei der Berechnung der Dynamik wurde angegeben, daß eine Kenntnis der bei der Übertragung auftretenden Größt- und Kleinstwerte sowie ihre Überwachung unerläßlich ist. Um mit objektiv anzeigenden Geräten aber die Dynamik gehörmäßig richtig bewerten zu können, müssen sie so eingerichtet werden, daß sie nicht nur auf die Größe, sondern auch auf die Zeitdauer eines Impulses Rücksicht nehmen.

a) Höchstwerte. — Die Erfahrung lehrt, daß bei einem kurzen Impuls die nichtlinearen Verzerrungen des Übertragungssystems etwas größer sein dürfen als bei längerer Impulsdauer. Das diese Impulse anzeigende Gerät, der sogen. „Maximalimpulsmesser", muß also so eingerichtet werden, daß er dieser Erfahrung entsprechend für einen kurzzeitigen stärkeren Impuls keinen größeren Ausschlag ergibt als für einen weniger starken, aber dafür entsprechend länger andauernden. Er muß also über die Zeit integrieren, und die gewählte „Integrationskonstante" ist sein Kennzeichen. Sie sei an Hand der Abb. 18 definiert als diejenige Zeitdauer t eines Impulses, die den Ausschlag des Impulsmessers auf 80 % seines Endwertes bringt. Die verschiedenen Abszissenmaßstäbe gelten für Impulsmesser von 2, 20 und 200 ms Integrationszeit. Für den Höchstwertzeiger in Rundfunkübertragungssystemen wählt man in der Praxis etwa 20 ms als Integrationszeit. Das Meßprinzip eines solchen Geräts ist kurz folgendes: Die zu messende Wechselspannung lädt über einen Gleichrichter und einen Vorschaltwiderstand einen Kondensator auf (Abb. 19), dessen Gleichspannung über einen Gleichstromverstärker einem Anzeigeinstrument geringer Trägheit zugeführt wird. Damit nach Verschwinden eines Impulses das Gerät wieder anzeigebereit ist, entlädt sich der Kondensator über einen Parallelwiderstand. Die Entladezeit beträgt bei diesem Gerät etwa 6 s. Der Zeiger geht also relativ langsam wieder in seine Ruhestellung zurück, und seine Maximalausschläge sind bequem ablesbar.

Abb. 18. Einschwingkurve von Impulsmessern verschiedener Integrationszeiten.

Abb. 19. Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Impulsmessers.

b) Mindestwerte. — Sinngemäße Überlegungen gelten für die Bemessung des unter I 2 b β erwähnten Mindestwertzeigers, den man auch „Minimalimpulsmesser" nennt, und zwar wählt man in der Praxis etwa 200 ms als Integrationszeit. Das Gerät dient einem zweifachen Zwecke. Vor der Übertragung mißt man mit ihm unter Zwischenschaltung eines Geräuschfilters mit Ohrkurve die auf dem Übertragungswege vorhandenen Störspannungen als Geräuschwert, wobei infolge seiner integrierenden Eigenschaften zugleich auch Knackgeräusche etwa so erfaßt werden, wie sie erfahrungsgemäß als störend empfunden werden. Während der Übertragung überwacht man mit ihm die Nutzspannungen, die, wie oben erwähnt (s. auch Abb. 3), stets einen Zehnerfaktor größer sein müssen als die vor der Übertragung gemessenen Geräuschspannungen. Damit das Gerät aber auf kurzseitige Pausen, wie sie z. B. beim Sprechen entstehen oder in der Musik vorgesehen sind, nicht anspricht, wählt man eine Entladezeit von 20 s. Dann erhält man ein richtiges Bild des Betriebszustandes der Anlage.

Die Dynamik muß an Hand der Überwachungsgeräte bereits im sendenden Studio eingeregelt werden, so daß bei ordnungsgemäßem Betrieb sich die Bedienung der Hochfrequenzübertragungsgeräte, soweit sie die Dynamik betrifft, auf eine rein überwachende Tätigkeit beschränken kann. Zur Erleichterung dient ein schreibendes Instrument, das wahlweise an den Maximal- oder Minimalimpulsmesser gelegt werden kann.

3. Betriebswechseleinrichtung.

Zur Aufrechterhaltung des Betriebszustandes des gesamten Übertragungsweges ist also nur der Sollpegel der Steuerfrequenz einzuhalten und notfalls nachzuregeln. Außer dieser nur geringfügigen Tätigkeit muß das Personal die Geräte bei Betriebswechsel umschalten. Jedes Verstärkeramt im Zuge einer längeren Hochfrequenz-Rundfunkverbindung muß nämlich im allgemeinsten Falle sehr vielseitige Aufgaben erledigen können, wobei der Übergang von einer zur anderen im Bruchteil einer Sekunde möglich sein muß, da man ja bei pausenlosem Programm ohne merkbare Unterbrechung von verschiedenen

Orten senden will. Welcher Art die Aufgaben sind, zeigt Abb. 20[4]).

Bei reinem Hochfrequenzbetrieb werden die Einzelteile durch Betätigen eines Hauptschalters mit einem Griff mittels Relaissteuerung in der richtigen Weise zusammengeschaltet, und zwar kann das Amt über zwei Sendeverstärker nach zwei Richtungen I und II hochfrequent senden, oder von I nach II verstärken mit NF-Abzweig zur Speisung des örtlichen Rundfunksenders, oder umgekehrt.

Betriebsart	Senden nach I u. II	Empfangen und Verstärken von I nach II	Empfangen und Verstärken von II nach I
Hochfrequent	Ltg I H, II H, H II Ltg, N, Amt	H H N	H H N
Gemischt	H N N H, N N	H N N H, N N	H N N H, N N
Niederfrequent	N N, N	N N, N	N N, N

Abb. 20. Betriebsmöglichkeiten des Hochfrequenz-Rundfunkübertragungssystems.

Für den Fall, daß eine der abgehenden Leitungen für die Hochfrequenzübertragung gestört ist, kann eine Niederfrequenzübertragung eingesetzt werden, wofür dann die erforderlichen Verstärker und Entzerrer vorgesehen sind. Hierbei kann gesendet, verstärkt und empfangen werden mit den 6 verschiedenen in Abb. 20 gezeigten Möglichkeiten. Endlich ist auch ein reiner Niederfrequenzbetrieb möglich mit den dort gezeigten letzten drei Betriebsweisen. Damit ist die Bedienung der relativ umfangreichen Übertragungseinrichtungen in außerordentlich hohem Grade vereinfacht. Die Einrichtungen haben sich im praktischen Betriebe vorzüglich bewährt, und die Messungen über eine in Norwegen erstellte Großanlage[5]) über 2000 km zeigten, daß die von dem so geschaffenen Übertragungswege geforderte hohe Qualität noch erheblich übertroffen wurde. Die Anlage ist die erste ihrer Art in der Welt, die eine so große Entfernung überbrückt.

Im Gegensatz zu den dichtbesiedelten deutschen Ländern, wo man mehr und mehr zur Kabeltechnik übergegangen ist, ist die Nachrichtenübertragung über Freileitungen und deren Mehrfachausnutzung durch Trägerfrequenzsysteme im Ausland von immer noch wachsender Bedeutung. Die Schaffung des Trägerrundfunksystems kommt also einem steigenden Bedürfnis entgegen.

Zusammenfassung.

An ein hochwertiges Rundfunkübertragungssystem muß man die Forderung stellen, daß es in einwandfreier Weise einen Frequenzbereich von 30 bis 8000 Hz und eine Dynamik von 100 : 1 beherrscht mit einem Klirrfaktor 4 % bei der maximal übertragenen Leistung. Bei einer Übertragung über Freileitungen wird der relativ störungsfreie hochfrequente Weg gewählt. Übertragen wird nur das untere Seitenband, das mit einem „Kristallfilter“ ausgesiebt wird. Der Träger wird bei der Modulation im „Ringmodulator“ unterdrückt und am Empfangsort durch Fernsteuerung mit Hilfe einer mit dem Seitenband zusammen übertragenen „Steuerfrequenz“ absolut synchron zugesetzt, wofür am Sende- und Empfangsort je ein besonderer „Generatorsatz“ vorgesehen ist. Der Ausgleich der durch Witterungseinflüsse hervorgerufenen Dämpfungs- und Verzerrungsänderungen der Freileitung geschieht in einfacher Weise mittels eines fächerartig ausgebildeten „Entzerrers“, wobei die übertragene Steuerfrequenz zugleich zur Überwachung des durch die veränderliche Leitungsdämpfung beeinflußten Übertragungspegels dient. Zur niederfrequenten Überwachung der Übertragung sind „Maximal“- und „Minimalimpulsmesser“ vorgesehen. Die bei Betriebsrichtungswechsel oder bei Übergang vom Sende- auf den Empfangsbetrieb vorzunehmende innere Umschaltung der Ämter erfolgt durch Betätigen eines zentralen Schalters, wodurch die Umschaltung durch entsprechende Relais selbsttätig richtig erfolgt.

[4]) Vgl. a. Rabanus u. R.-Tönnessen, wie Fußnote 3.

[5]) Rabanus u. R.-Tönnessen, a. a. O., Abschn. IV, S. 228.

Fortschritte in der Elektrochemie und Elektrometallurgie.

621. 357. 001. 6

Vom Standpunkte des Elektrotechnikers schildert Paul Bunet[1]) die Neuerungen in der Gewinnung von Kalziumkarbid, Aluminium usw. Solche Großverbraucher sind den Kraftwerken besonders wertvoll, wenn sie sich den Schwankungen in der Stromzufuhr anpassen können, die bei den Wasserkraftwerken leider im Lauf des Jahres groß sind. Aluminiumwerke sind hiergegen besonders empfindlich; in einer Anlage mit 40 Bädern zu 10 500 A wurden während des schlechtesten Monats je kg Aluminium 46 kWh, im nächsten Monat 30 kWh verbraucht, und erst in den folgenden beiden Monaten wurde der befriedigende Wert 25 kWh erreicht. Auch kleinere, aber häufige Schwankungen der Energiezufuhr erhöhen den Energieverbrauch etwa um ⅛. Karbidwerke sind widerstandsfähiger; die großen Karbidöfen mit 10 000 kW und mehr halten einen so großen Wärmevorrat, daß sie stundenlang stromlos bleiben können, ohne daß das Karbid erstarrt; in Zeiten des Wassermangels darf die Ofenspannung und damit die Stromstärke auf die Hälfte gesenkt werden. Schwankungen um mehrere 1000 kW sind gestattet. In der Chloralkali-Elektrolyse vertragen Zellen mit Diaphragma (sie liefern Natronlauge und Chlorgas) begrenzte Stromschwankungen; die diaphragmenlosen Zellen, in denen Chlorat gewonnen wird, sind so unempfindlich, daß z. B. Zellen für 2500 bis 3000 A innerhalb 100 und 3500 A arbeiten, ohne daß der Energieverbrauch je kg Natriumchlorat emporschnellte. Am besten eignet sich zur Ausnutzung von stundenweise überschüssigem Strom, z. B. Nachtstrom, die elektrolytische Zerlegung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wunsch, solche nachgiebigen elektrochemischen Betriebe dem Kraftwerk anzugliedern, wird freilich gegenstandslos, wenn bereits der Bedarf an diesen Erzeugnissen gedeckt ist.

Metallhütten verbrauchen heute viel elektrische Energie, in erster Linie für Elektrostahlöfen. Schmelzen von Schrott und anschließende Raffination erfordert selten mehr als 0,8 kWh je kg Guß. Hochfrequenzöfen gestatten rasches Schmelzen des etwa zur Ausbesserung von Rissen oder Löchern nötigen Metalles. Gelegentlich werden die Hochfrequenzöfen in Verbindung mit Lichtbogenöfen verwendet. Die Ofenspannung wurde bei den Stahlöfen von 40 auf 100, sogar 250 V gesteigert. Allgemein wird Dreiphasenstrom benutzt. Der neutrale Ofenboden ist geerdet; die Elektroden brauchen von den Arbeitern nur sehr selten berührt werden. Die nur 6 V verlangenden Aluminiumbäder werden in Reihe oft auf 500 V geschaltet; da die Enden der Reihe weit voneinander

[1]) P. Bunet, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1320.

liegen, ist jede Gefahr vermieden. Auch bei der Elektrolyse wäßriger Lösungen benutzt man 500 V, erdet in der Mitte und sorgt für genügende Isolation.

Bei der Umformung des hochgespannten Fernstromes in Gleichstrom von niedriger Spannung gehen bei voller Last kaum 10 % verloren. In einer Chloratanlage, die mehr als 9/10 der Zeit voll arbeitete, wurde ein Nutzungsgrad von 92 % festgestellt. Je einfacher die Umformeranlage ist, um so besser im allgemeinen für den Elektrochemiker, der sonst vielleicht mehr Störungen im Maschinenraum als in den Öfen oder Bädern zu bekämpfen hat. Motorgeneratoren haben wenigstens den Vorteil, daß sie jede gewünschte Spannungsänderung erlauben.

Der Wechselstrom für die ältesten Karbidöfen war Einphasenstrom von 25, auch 50 Hz. Mit 40 V arbeiteten sie im wesentlichen als Widerstandsöfen; der Strom von etwa 30 000 A erhitzte eine verhältnismäßig niedrige Schicht der Kalk-Kohle-Mischung auf die Karbidbildungstemperatur von 1700 ° bis 1800 ° und darunter das geschmolzene Karbid auf seinem Wege von der beweglichen Kohlenelektrode zum Kohlefutter des Herdbodens hinab, das die andere Elektrode bildete. Je kg Karbid wurden gegen 5 kWh gebraucht. Die heutigen Dreiphasenöfen mit z. B. 175 V zwischen den Elektroden und 100 V zwischen Elektrode und Herdboden erhitzen vornehmlich durch die Lichtbögen zwischen Elektroden und Beschickung und die vielen kleinen Bögen zwischen den Kohlebrocken. Der Herd ist breiter und tiefer, bis zu 1,8 m Abstand zwischen Elektrodenfuß und Boden gegenüber einigen Dezimetern früher. Der Herdboden ist wirklich elektrisch neutral, wenn die drei in Stern geschalteten Lichtbögen gegeneinander abgeglichen sind.

Ein elektrischer Nachteil der großen Dreiphasenöfen ist ihr schlechter Leistungsfaktor trotz möglichster Verkürzung und geschickter Führung der Zuleitungen. Bekanntlich kehrte Miguet deshalb zum Einphasenofen mit Bodenanschluß zurück. Im Miguet-Perron-Ofen steht der Transformator dicht unter dem Herd und schickt durch zwei konzentrische Zylinder aus Bronze den Strom von 400 000 A und 40 V zum Herdboden und zu der einzigen, aber über 4 m dicken Elektrode empor, welche ihn von dem äußeren Zylinder durch biegsame Kabel auf 48 Kontaktplatten erhält. So ist der Leistungsfaktor auf 0,90 bis 0,95 verbessert. Wegen des Hauteffektes ist die wirksame Stirnfläche des aus 65 cm dicken Formstücken gemauerten Kohlemantels auf etwa 50 cm verschmälert. Damit unterhalb der Riesenelektrode die Hitze nicht zu hoch steigt und schon fertiges Karbid zerfällt, läßt der Erfinder neuerdings einen schmalen Spalt unterhalb der Stirn der Elektrode, so daß der Strom hauptsächlich vom Umfang der Elektrode zur ringsum gehäuften Beschickung fließt. Um diese Leitung zu erleichtern, wird der Ofen mit abwechselnden Schichten aus besonderem gutleitendem kleinstückigem Koks mit wenig Kalk und aus Kalk allein beschickt, welche aus Trichtern durch Schrauben zugebracht werden; je nach der Dichte und Stückgröße wird die Umdrehungszahl dieser Zubringerschrauben geregelt. Während man bei Öfen mit offenem Herd Hohlräume, die sich in der Beschickung bilden, von Hand durch Stochern mit langen Stangen beseitigt, wird auch diese Arbeit jetzt beim Miguet-Ofen von einer etwas umständlichen, durch Druckluft betätigten Vorrichtung besorgt. Übrigens verhütet man in großen Dreiphasenöfen diese Störung einfach dadurch, daß man den Abstand zwischen Elektroden und Herdwand so groß macht, daß die Beschickung nicht hängen bleiben kann, sondern gleichmäßig nachrutscht. Ganz allgemein kann auch Bunet nicht gegen den Dreiphasenofen zugunsten des Miguet-Perron-Ofen entscheiden.

Bei der Aluminiumerzeugung belastet man heute mit 10 000 bis 20 000 A, selten mehr als 15 000 A; bei einer Klemmenspannung von 6 V verbraucht das Bad selten mehr als 100 kW, oft weniger. Weder in der Verarbeitung des Rohstoffes Bauxit, noch im Betrieb der Bäder hat sich viel verändert. Die eisenreichen, kieselsäurearmen Bauxite, die sich leichter auf reine Tonerde verarbeiten lassen, sind an alten Fundstätten seltener geworden, aber in Guyana und Indien noch reichlich vorhanden[1]). Die Stromausbeute beträgt in den 100 kW-Bädern bei stetigem Betriebe 75 bis 80 % und der Verbrauch je kg Aluminium 25 kWh. Unterschiede in den Angaben erklären sich zum Teil dadurch, daß der Spannungsverlust in den Zuleitungen und der Einfluß von Unterbrechungen oft nicht mitgerechnet werden. Bei der niedrigen Badspannung sind Übergangswiderstände an den Kontakten und der Widerstand des Kohlefutters am Boden von wesentlichem Einfluß auf den Energieverbrauch. Die Verluste durch den Kohleboden sind heute geringer als früher. Je dünner die Kohleschicht, um so kleiner ihr Widerstand, aber um so größer auch der Wärmeverlust aus der glühenden Schmelze (950 °) durch den Boden, so daß die eiserne Bodenplatte glühen und der elektrische Kontakt verschmoren kann. Statt das Kohlefutter auf die Bodenplatte aufzustampfen und garzubrennen, setzt man oft dicke Blöcke aus Elektrodenkohle zusammen und gießt geschmolzenes Eisen zwischen die Fugen, welches Blöcke und Bodenplatte zu einem festen Ganzen vereinigt, aber leicht zu viel Wärme abgibt. Besser führt man in jeden Block einen dicken Eisenstift ein und

A	Kohlefutter	*E*	Einzelverstellung der Elektroden
B	Bodenplatte	*F*	Anode
C	Anschlüsse	*P*	Abstichöffnung (Spundloch)
D	Schraube, um die Elektroden gemeinsam zu heben		

Abb. 1. Aluminiumbad für 20 000 A.

befestigt ihn durch Muttern in der Bodenplatte, indem man eine schlecht wärmeleitende Schicht dazwischenschaltet; zusätzlich kann noch Eisen zwischen die Blöcke gegossen werden. Die größten Aluminiumbäder für 20 000 A brauchen angeblich nur 22 kWh je kg (wobei der Verlust in den Zuleitungen berücksichtigt ist), nämlich 3700 bis 3800 Ah bei 6 V. Der Wärmeverlust durch die Oberfläche des Bades wird auf 8 bis 10 kWh je kg Aluminium geschätzt; aber Abdecken des Bades hat sich bisher nicht bewährt. Abb. 1 zeigt ein 20 000 A-Bad im Schnitt. Bäder mit einer einzigen Söderbergelektrode von 1,6 m Dmr. arbeiten schlechter als die üblichen Bäder mit ihren 10 bis 12 Blockanoden.

Was die Gewinnung anderer Leichtmetalle durch Schmelzelektrolyse angeht, so sind die Magnesiumbäder beträchtlich größer geworden; sie verbrauchen bei etwa 7 V je kg Magnesium 20 kWh, was einer Stromausbeute von 80 % entspricht. Hier sind die Chloridschmelzen nach wie vor üblich; denn die Fluorid-Magnesia-Bäder sind teurer. Natrium wird auch jetzt vornehmlich aus der Ätznatronschmelze gewonnen; die Elektrolyse von geschmolzenem Natriumchlorid lohnt sich dann, wenn das dabei abfallende Chlorgas verwertet wird. *K. A.*

[1]) Die elektrothermische Verarbeitung des Bauxits auf Tonerde durch Schmelzen mit Kohle im Lichtbogen liefert neben einer abzustechenden Legierung von Eisen, Silizium, Titan und Aluminium eine harte, also schwer zu mahlende und schwer lösliche Tonerde, die noch dazu nicht genügend rein ist, auch wenn noch ein zweites Mal geschmolzen wird. Das Serpek-Verfahren, welches kieselsäurereichen weißen Bauxit mit Kohle im Stickstoffstrom über 1800 ° erhitzt und das gewonnene Aluminiumnitrid nachher durch Wasserdampf zu Tonerde und Ammoniak umsetzt, wird von manchen noch für aussichtsreich gehalten. Das Haglund-Verfahren, welches den Bauxit mit Schwefeleisen schmilzt und das erhaltene (schon bei 1000 ° schmelzende) Aluminiumsulfid zu Tonerde und Schwefelwasserstoff wandelt, wird in einem italienischen Werke benutzt.

Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage.

Von W. Philippi VDE, Berlin.

621. 3 : 622. 004. 2

Die große Verantwortung, die in Bergwerken unter Tage bei den elektrischen Anlagen der Betriebsführung zufällt, hat eine klare Festlegung der Pflichten für den verantwortlichen Betriebsleiter und die im elektrischen Betrieb Beschäftigten schon seit langer Zeit nötig gemacht, besonders nachdem der Umfang der elektrischen Anlagen unter Tage in den Nachkriegsjahren außerordentlich zugenommen hatte[1]). Die Mechanisierung des Grubenbetriebes ist für sehr viele Gruben, so fast restlos für die Kaliwerke und die durch Schlagwetter nicht gefährdeten Steinkohlengruben Oberschlesiens, aber auch in großem Umfang für die Steinkohlengruben Westdeutschlands gleichbedeutend mit einer Elektrisierung des Betriebes gewesen. Eine gute Beleuchtung der Abbauörter ist infolge der weitgehenden Verwendung von Maschinen und der oft sehr geringen Bauhöhe der Räume dringend nötig geworden. Die gebräuchlichen Mannschaftslampen mit ihrer Lichtstärke von 1 bis 2 HK lassen die Arbeitsplätze praktisch im Dunkeln. Die Beleuchtung durch ortsveränderliche, an das Kabelnetz über Transformatoren angeschlossene Lampen von 60 W und mehr Verbrauch hat daher schnelle Verbreitung gefunden. Auf die im rheinisch-westfälischen Bergbau meistens vorhandene Schlagwettergefahr muß dabei aufs sorgfältigste Rücksicht genommen werden. Allgemein spielen die ortsveränderlichen, vom Netz gespeisten Anlagen, wie die elektrischen Antriebe der Bohr- und Schrämmaschinen, der Schüttelrutschen, Förderbänder usw., gegenwärtig im Bergbau eine große Rolle. Es ist klar, daß alle diese Umstände zur Folge haben, daß an Baustoff und Bauart der verwandten Maschinen und Geräte einerseits und an die Überwachung und Instandhaltung anderseits große Anforderungen gestellt werden. Während nun bei der Planung und der Herstellung der elektrischen Anlagen der Elektroingenieur die Führung hat, liegen Überwachung und Instandhaltung noch häufig in den Händen von elektrotechnisch wenig vorgebildeten Leuten. Wenn auch die letzten Jahre nach dieser Richtung hin wichtige Fortschritte gebracht haben und auf die theoretische und praktische elektrotechnische Ausbildung dort, wo umfangreiche elektrische Anlagen unter Tage dies dringend nötig machen, schon großer Wert gelegt wird, so ist doch auch weiter jedes Hilfsmittel wichtig, das für die elektrischen Anlagen die Betriebsführung erleichtert. Daraus ergibt sich die Bedeutung, die die jetzt vorliegenden Betriebsvorschriften, bei deren Abfassung selbstverständlich praktische Erfahrungen soweit wie möglich berücksichtigt worden sind, für die Einführung und Verwendung der elektrischen Energie im Bergbau besitzen.

Vorgeschrieben wird, daß nur unterwiesene und beauftragte Personen die Anlage bedienen. Worin die Unterweisung besteht, und worauf sie beruht, ist nicht näher festgelegt worden. Aber klar ist wohl, daß bei der Ausbildung der die Anlage Bedienenden der praktischen Seite der Ausbildung die gleiche Bedeutung zukommt, wie der theoretischen. Außerdem muß der Bedienende den bergmännischen Betrieb und seine Anforderungen genügend kennengelernt haben. Er muß eine durchaus zuverlässige und sich seiner Verantwortung bewußte Persönlichkeit sein.

Die elektrischen Betriebsmittel und Schutzmittel müssen in einwandfreiem Zustand sein. Von den letzteren spielen die Erder und, wo sie angewandt wird, die Schutzschaltung für die Sicherheit der im Betrieb Beschäftigten die wichtigste Rolle, da die meisten Räume, wenigstens in den Steinkohlengruben, feucht sind, eine Berührung unter Spannung stehender Teile also besonders gefährlich sein kann. Der Zustand dieser Schutzmittel muß in regelmäßigen Zwischenräumen nachgeprüft und in dem für die Sicherheit erforderlichen guten Zustand gehalten werden. Das gilt besonders für das weit verzweigte Netz der Erdungsleitungen. Für die elektrischen Betriebsmittel, wie die große Zahl der Motoren, Transformatoren usw. spielen die mit den Geräten verbundenen Temperaturbegrenzer, Relais und Verriegelungen eine wichtige Rolle. Bei der großen Zahl der ortsveränderlichen Betriebe, wie der Bohrmaschinen, Schrämmaschinen usw., sowie bei den Abbau-Beleuchtungsanlagen müssen in ausgedehntem Maße Gummischlauchleitungen verwendet werden. Da die Spannungen bis zu 500 V und mehr betragen, sind der gute Zustand dieser Leitungen, die oft starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, und ihre Überwachung besonders wichtig. An den Einführungsstellen in die angeschlossenen Maschinen und Geräte sind diese Leitungen am meisten gefährdet, ebenso können sie durch herabfallendes Gestein usw. leicht beschädigt werden.

Genaue Vorschriften werden weiter für das Herstellen und die Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und für das Wiederunterspannungsetzen nach beendeter Arbeit gegeben. Bei beiden Maßnahmen, die ein so schwieriger Betrieb wie der Grubenbetrieb unter Tage häufig mit sich bringt, kann nicht vorsichtig genug vorgegangen werden.

Einige Zusatzbestimmungen haben sich für schlagwettergefährdete Grubenräume als notwendig erwiesen. Der Betrieb muß dafür sorgen, daß der den Schlagwetterschutz-Vorschriften des VDE entsprechende Zustand der elektrischen Anlagen unter allen Umständen aufrecht erhalten wird. Die Gehäuse der druckfest gekapselten Geräte müssen, wenn sie geöffnet sind, stets sorgfältig wieder geschlossen werden; keine Verschlußschraube darf beim Schließen vergessen werden. Auf richtige Höhe des Ölstandes bei ölgekapselten Geräten ist zu achten. Besonderer Beaufsichtigung bedürfen Steckvorrichtungen, bei denen nicht nur die den Arbeitsstrom führenden Stifte, sondern in gleicher Weise auch der Stift der Erdungsleitung guten Kontakt geben müssen.

Endlich wird auch auf die Notwendigkeit, die Schaltpläne der Anlage auf dem laufenden zu halten, hingewiesen. Für die Vornahme von Arbeiten an den Anlagen muß es jederzeit möglich sein, über Zweck und Stärke der einzelnen Anschlußleitungen, der Schalter usw. sich zuverlässig zu unterrichten, bevor an ihnen gearbeitet wird.

Die neuen Vorschriften werden, wie aus diesen kurzen Bemerkungen genügend hervorgehen dürfte, sicherlich für den Bergbau von großem Nutzen sein und die Beaufsichtigung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen erleichtern.

[1]) Siehe S. 747 dieses Heftes.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Neuere Fortschritte in der Elektrisierung der Untertagebetriebe.

Von Dipl.-Ing. C. Truhel VDE, Bochum.

621. 3 : 622

Übersicht. Über die neuesten Fortschritte in der Elektrisierung der Untertagebetriebe des rhein.-westf. Steinkohlenbergbaues wird eine allgemeine Übersicht gegeben. Dabei wird auf die wesentlichen Verbesserungen der Hauptstreckenförderung mit Fahrdrahtlokomotive hingewiesen, die großzügige Energieverteilung für Neuanlagen in Gruben gekennzeichnet und des Näheren auf die neuen Fördermittel, im besonderen die Bandförderungen mit elektrischem Antriebe, eingegangen.

Seit einigen Jahren sind weitschauende Männer bemüht, auch im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau die Vorteile der Elektrizität zur Anwendung zu bringen. Die große Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit des elektrischen Betriebes sind dabei maßgebend. Die in den letzten Jahren starke Zusammenfassung der Betriebspunkte unter Tage ergab hohe Anforderungen besonders an die Fördermittel. So sehen wir, daß gerade bei diesen eine starke Elektrisierung eingesetzt hat, um sie dadurch für den Bergbau geeignet zu machen, und daß bei den bereits bestehenden elektrischen Fördermitteln wesentliche Verbesserungen vorgenommen worden sind, um sie dem Grubenbetrieb unbedingt zu erhalten.

Elektrische Lokomotivförderung.

Die elektrische Lokomotivförderung mit Oberleitung steht hier an erster Stelle. Bei diesem für lange Strecken und große Leistungen wichtigsten Fördermittel besteht allerdings auch heute noch Schlagwettergefahr durch den am Fahrdraht entstehenden Lichtbogen. Durch die erfolgreiche Zusammenarbeit des Bergmannes mit dem Elektrofachmann ist es bereits gelungen, diese Gefahr auf ein geringes Maß herabzudrücken. Der Bergmann sorgt durch guten Streckenausbau dafür, daß Schlagwetter in den Hauptstrecken im allgemeinen nicht entstehen können; durch reichliche Bewetterung werden Schlagwetteransammlungen verhindert, Auskesselungen an der Streckenfirste müssen sofort beseitigt werden, so daß Schlagwetternester nicht entstehen können. Der Elektrofachmann hat seinerseits alles getan, um den zur Schlagwetterzündung führenden Lichtbogen zwischen Fahrdraht und Stromabnehmer der Lokomotive nach Möglichkeit zu beseitigen[1]). Hierbei haben sich folgende Erfahrungen ergeben: Der Fahrdraht muß ohne Knicke aufgehängt und auch bei Gebirgsbewegungen frei von Knicken erhalten bleiben. Dazu ist es erforderlich, ihn leicht beweglich und federnd aufzuhängen. Am besten hat sich hierbei die Aufhängung an Querdrähten erwiesen, wie sie auch bei Straßenbahnen angewendet wird. Wo das nicht möglich ist, haben sich auch Aufhängungen an Federn und Gelenken gut bewährt. Der Fahrdraht muß leicht geschmiert werden, damit seine Gleitfläche nicht rauh wird. Man erreicht dies durch Schmierkissen, die meist am Stromabnehmer der Lokomotive befestigt sind, oder durch besondere Schmierrollen, die in einem Förderwagen mitgeführt werden. Am häufigsten und einfachsten ist wohl das Schmieren mit Graphit, der als besondere Einlage im Schleifstück des Stromabnehmers untergebracht ist, oder besser noch aus dem das ganze Schleifstück besteht. Diese Graphitschleifstücke zeigen geringe Abnutzung und haben sich vielfach gut bewährt. Als Fahrdraht ist der schon seit längerer Zeit eingeführte Profildraht von meist 100 mm² Querschnitt im allgemeinen beibehalten worden. Vorteilhaft ist es, ihn von vornherein an der Schleifseite abzuflachen, um die Auflagefläche des Bügels zu vergrößern, da sich der Draht im Betrieb doch an dieser Stelle abschleift.

Der allgemeine Aufbau der üblichen Fahrdrahtlokomotive hat sich im wesentlichen nicht verändert, dagegen sind an den einzelnen Teilen wichtige Verbesserungen vorgenommen worden. Die Stromabnehmer sind dadurch spannungsfrei gemacht worden, daß man die Schleifstücke von dem Bügel durch Isolierstücke aus Preßstoff isoliert hat. Hierdurch ist die Berührungsgefahr, die zu Unfällen geführt hat, für diesen Teil beseitigt worden.

Abb. 1. Streckentrennung und Signalanlage mit Verzögerung für einen Personenbahnhof.

Die beiden Hauptschlußmotoren werden heute durchweg mit Rollenlagern versehen, wodurch Beschädigungen der Motoren infolge Ankerschleifens nicht mehr eintreten und die Lager besser gegen Verschmutzen geschützt werden können. Eine wesentliche Verbesserung bedeutet der neue Nockenfahrschalter[2]). Die Fahrwalze des üblichen Zweiwalzenschalters hat anstatt der Schleifkontakte und Kontaktfinger Schütze, die von einer Nockenwalze mechanisch betätigt werden, dadurch ist der schleifende Kontakt in einen Druckkontakt verwandelt und die starke Abnutzung und das damit verbundene häufige Auswechseln der Kontakte beseitigt worden. Jedes Schütz hat eine Blasspule erhalten, so daß auch der Abbrand an den Kontakten geringer geworden ist. Ein erheblicher Vorteil des Schalters ist der Einbau des zum Schutze der Motoren erforderlichen Überstromselbstschalters in den Fahrschalter, und zwar so, daß jeder Motor einzeln geschützt ist. Zu diesem Zwecke sind die beiden ersten Schütze als Überstromschalter ausgebildet und jedes vor einen der beiden Motoren geschaltet. Die beiden Motoren sind daher nicht nur wie bisher in den Betriebsschaltstellungen, in denen sie parallel geschaltet sind, gegen Überlastung gesichert, sondern auch in den Anfahrschaltstellungen, in denen sie in Reihe geschaltet sind, und beim Einzelfahren, wenn der andere Motor ausfällt. Auf diese Weise ist die Schonung der Motoren in den beiden letzten Fällen der Willkür des Fahrers entzogen. Ein weiterer Vorteil dieses Fahrschalters ist der, daß das dritte Schütz als der für jede Lokomotive vorgeschriebene Kurzschließer ausgebildet ist. Das Schütz wird als Kurzschließer zwischen Oberleitung und Schienen dadurch geschaltet, daß die Kurbel der Fahrwalze über die Nullstellung hinaus nach rückwärts gedreht wird, nachdem

[1]) Vgl. Truhel, Die Schlagwettersicherheit der elektrischen Lokomotivförderung. Glückauf 65 (1929) S. 881.

[2]) ETZ 56 (1935) S. 17.

der für die Nullstellung vorgesehene Anschlag abgehoben worden ist. Der Kurzschließer liegt dadurch in den Fällen der Gefahr für den Fahrer sehr handlich, ohne daß dieser ihn jedoch versehentlich betätigen kann, außerdem kann der Kurzschließer als Schütz mit Blasspule auch unter Strom gezogen werden.

Abb. 2. Gleichrichteranlage für eine Grubenbahn.

Die Lampen der Lokomotive für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt sind neuerdings als Scheinwerfer mit Abblendeinrichtung ausgebildet. Die übrigen Teile der Lokomotive haben keine wesentliche Änderung erfahren. Bemerkenswert ist, daß man da und dort größere Lokomotiven von rd. 60 kW eingeführt hat, die längere Züge bis zu 120 beladene Wagen ziehen können. Man kann dadurch besonders für lange Strecken die Leistung erhöhen, ohne eine zu große Anzahl von Lokomotiven nötig zu haben. Das Gestänge muß natürlich dafür geeignet sein. Die Verbundlokomotive, eine Vereinigung von Fahrdraht- und Akkumulatorenlokomotive, wie sie schon seit Jahren über Tage bekannt ist, findet vereinzelt auch Anwendung im Bergbau unter Tage[3]). In schlagwetterfreien Hauptstrecken fährt sie als Fahrdrahtlokomotive, während sie in zu niedrigen und nicht schlagwetterfreien Nebenstrecken mit eingezogenem Stromabnehmer als Akkumulatorenlokomotive läuft. Da der Akkumulator vom Fahrdraht aus aufgeladen werden kann, so genügt eine Batterie von nur geringer Kapazität; eine besondere Ladestation ist also nicht erforderlich. Die Lokomotive führt sich in den verschiedenen Bauarten immer mehr ein.

Um erschütterungsfreieres und daher auch funkenfreieres Fahren zu erzielen, verlegt man jetzt vorzugsweise Schienen mit größeren Profilen (115 und 130 mm Höhe); gleichzeitig erreicht man dadurch einen geringeren Spannungsabfall. Aus denselben Gründen legt man heute auch den größten Wert auf eine sorgfältige Schienenstoßverbindung. Wo es angängig ist, schweißt man die Schienenstöße; noch häufiger schweißt man die Laschen oder auch kupferne Schienenverbinder an die Schienen. Bei sehr druckhaftem Gebirge braucht man eine beweglichere Verbindung und verwendet hier kupferne Schienenverbinder mit konischen Ansätzen, die einen guten Kontakt in den Schraubenlöchern ergeben. Die auf diese Weise hergestellte gute Stromrückleitung in den Schienen und die überall durchgeführte Vorschrift, daß Rohrleitungen und andere Streckenarmaturen **nicht** mit den stromführenden Schienen verbunden werden dürfen, in Verbindung mit weitgehender Aufklärung und Belehrung, haben es zuwege gebracht, daß die für den Schießbetrieb gefährlichen Streuströme und -spannungen fast restlos beseitigt sind[4]). In den letzten Jahren sind Unfälle durch Frühzündungen infolge von Streuströmen nicht mehr vorgekommen.

Das **Signalwesen** für Personenbahnhöfe, Abb. 1, Kreuzungen und Weichen hat man weiter ausgebildet. Vereinzelt finden sich auch elektromagnetisch betätigte Weichen vor, die von der Lokomotive aus gesteuert werden und mit einem beleuchteten Fahrtrichtungsanzeiger verbunden sind, so daß der Zug ohne Gefahr die Weiche glatt durchfahren kann. Die für die Unterteilung der Strecke vorgeschriebenen Streckenschalter werden meist noch von Hand betätigt, dagegen ist der in der Umformerkammer vorgesehene Hauptstreckenschalter entweder ein Halbautomat oder ein Vollautomat. Letzterer hat den Vorteil, daß er nicht nur bei Überlastung oder einem beabsichtigten oder unbeabsichtigten Kurzschluß in der Strecke diese abschaltet, sondern auch nach einer gewissen einstellbaren Zeit wieder die Strecke einschaltet, wenn der Fehler behoben ist. Er trägt daher den kennzeichnenden Namen: „Kluger Hans".

Zur Umformung von Drehstrom, der von über Tage her im Schachtkabel der Grube zugeführt wird, in den für die Grubenbahn erforderlichen Gleichstrom hat sich heute vielfach schon der Quecksilberdampf-Gleichrichter gut eingeführt (Abb. 2). Geringer Platzbedarf, fast keine Wartung, keine Abnutzung und guter Wirkungsgrad für wechselnde Belastungen sind Vorzüge, die gerade für den Grubenbetrieb wesentlich sind, dazu kommt, daß bei höherer Belastung ein zweiter Gleichrichter sich selbsttätig einschalten kann, und daß die Lebensdauer des empfindlichsten Teiles, des Glaskolbens, heute meist weit über der Zeit der Gewährleistung liegt.

Energieverteilung.

Hat der Streckenbetrieb mit Fahrdrahtlokomotive in der letzten Zeit nur wesentliche Verbesserungen erfahren, so sind in der übrigen Anwendung der elektrischen Energie unter Tage ganz neue Anlagen geschaffen worden. Manche Zechen haben ihre Energieverteilung unter Tage nach großen Gesichtspunkten vorgenommen. Abgesehen von dem Gleichstrom für Grubenbahnen wird für die Untertagebetriebe nur Drehstrom angewendet. Der hochgespannte Drehstrom (meist 5000 V) wird durch mehrere Kabel in einem oder mehreren Schächten zur Hauptfördersohle geleitet, dort in einer Hauptverteilunganlage für die einzelnen Bauabteilungen und für die Grubenbahn abgezweigt (Abb. 3). Diese Hauptverteilungsanlagen sind mit Ölschaltern, Trennmessern, Meßinstrumenten, wie über Tage üblich, ausgerüstet. Von der Hauptverteilungsanlage wird der Strom in verseilten Kabeln, meist mit 5000 V, in die Bauabteilungen geführt, um dort erst auf die erforderliche Betriebsspannung herabgesetzt zu werden. Die Kabel haben über der Flachdrahtbewehrung neuerdings eine Flachdraht-Gegenspirale unter Fortfall der äußeren Juteschicht erhalten, da letztere in trockenen Strecken zu Bränden geführt hat. In den Bauabteilungen ist dann eine

1 Trennschalter
2 Ölschalter
3 Schalter mit Sicherung
a Wasserhaltungsmotor
b Motor für Blindschachthäspel
c Umspanner 220/120 V für Abbaubeleuchtung
d Umspanner 5000/220 V
e Umspanner für Einankerumformer

Abb. 3. Elektrische Energieverteilung unter Tage.

[3]) ETZ 54 (1933) S. 356, Abb. 2.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 843 und Truhel, Glückauf 61 (1925), S. 453.

Unterstation eingerichtet, die in einer feuersicher ausgebauten Kammer untergebracht ist[5]). Die dort befindlichen Einrichtungen, wie Transformatoren, Ölschalter, Trennschalter, Meßinstrumente, sind, sofern es nötig ist und die Lage der Kammer es erfordert, schlagwettersicher ausgeführt. Die Spannung wird hier auf die für die einzelnen Verbraucher im Abbau geeignete Verbrauchsspannung herabgesetzt. Im allgemeinen nimmt man für Motoren von größeren Häspeln 500 oder 380 V, neuerdings auch 5000 V, für Motoren von kleineren Häspeln, Bändern, Schüttelrutschen usw. 220 V. Man geht jedoch auch hier jetzt zu 380 und 500 V über.

Die zu den Motoren im Abbau führenden Kabel sowie die dort befindlichen Motoren, Schalter, Leitungen sind schlagwettersicher eingerichtet. Die Vorschriften über die Schlagwettersicherheit dieser Teile sind vom VDE so gut durchgearbeitet worden, und die Lieferfirmen haben es verstanden, ihre Erzeugnisse diesen Vorschriften so vollkommen anzupassen, daß Unglücksfälle bei neueren Anlagen, sofern sie vorschriftsmäßig behandelt werden, nicht mehr vorkommen.

Der am meisten gefährdete und daher empfindlichste Teil ist das Kabel. Es ist daher in den letzten Jahren außerordentlich vervollkommnet und für den rauhen Grubenbetrieb brauchbar gemacht worden. Das Kabel wird im Abbau für die ortsveränderlichen Anlagen als Gummischlauchleitung mit mehrfachem dicken Gummimantel, Schutzgeflecht und geerdetem Hilfsleiter ausgebildet. Dieser als Litze oder Kupfergeflecht vorhandene Hilfsleiter soll bei Beschädigung der Leitung die Anlage abschalten, ehe die Hauptleiter unterbrochen werden und einen Öffnungslichtbogen verursachen können. Trotzdem machen diese Leitungen der Bergbehörde noch einige Kopfschmerzen, da sie einer Behandlung, wie Anhacken, Steinfall, Ziehen über spitzes Gestein und Schleifen über scharfe Kanten, doch noch nicht ganz gewachsen sind. Auf die übrigen umfangreichen Schlagwetter-Schutzmaßnahmen einzugehen, würde hier zu weit führen, sie können leicht in den neuesten Vorschriften des VDE nachgelesen werden[6]).

Drehstromantriebe.

Hat die Erhöhung der Schlagwettersicherheit der elektrischen Einrichtung wesentlich zur weiteren Einführung der Elektrizität in Untertagebetriebe beigetragen, so hat in letzter Zeit der Kurzschlußmotor ihr hier das Feld erobert. Nirgends zeigt sich die Überlegenheit des mit Stromverdrängungsläufer ausgerüsteten Kurzschlußmotors gegenüber dem Schleifringmotor mehr als im Untertagebetrieb. Die Vorteile des Kurzschlußmotors sind hier die einfache, nicht isolierte und schlagwettersichere Stabwicklung des Läufers, das Fehlen der durch Funkenbildung schlagwettergefährlichen Schleifringe, die gedrängte Bauart des Motors, das einfache Anlassen auch durch Fernbetätigung, das Fehlen eines größeren Anlassers und der Anlaßwiderstände, die Raum beanspruchen und unerwünschte Wärme bei häufigem Anlassen bringen und ebenfalls eine Schlagwettergefahr bedeuten. Der beim häufigen Anlassen auch im Kurzschlußmotor entstehenden Wärme läßt sich durch reichliche Bemessung und Außenlüftung des Motors begegnen. So beherrscht heute der Kurzschlußmotor die elektrischen Antriebe im Abbau, während der Schleifringmotor nur für die größeren Blindschachtförderhäspel noch in Frage kommt und dort wohl bis auf weiteres bleiben wird, da der Stromverdrängungsmotor für die dabei vorkommende Abwärtsförderung wenig geeignet ist.

Unter den neuen elektrisch angetriebenen Fördermitteln, die in der letzten Zeit in zunehmendem Maße im Bergbau Eingang gefunden haben, steht die Bandförderung an erster Stelle. Man kommt hier wegen der Überlastbarkeit des Elektromotors beim Anlauf mit einer verhältnismäßig kleinen Leistung aus. Heute laufen Gummibänder bis 800 mm Breite und 500 m Förderlänge, Stahlbänder und Stahlgliederbänder für Kohle und Berge. Die Bänder werden als Strebbänder im Abbau und als Streckenbänder in Abbaustrecken und Teilstrecken verwendet und fördern die Kohle bis zur Lokomotivförderung in den langen Hauptquerschlägen.

a Strebband
b Bandantrieb mit Elektrotrommel
c Kabeleinführung
d Anlasser und Polumschalter
e Druckknopfschalter zum Ein- und Ausschalten
f Sammelband
g Abbauleuchte
h Lichtschalter

Abb. 4. Elektrotrommel mit polumschaltbarem Motor.

Eine neueste Anwendung ist die als Schleuderbänder für feinkörnigen Versatz im Streb. Einige Zechen haben ein ganzes System von Förderbändern ausgebildet, deren Arbeitsweise geschickt aufeinander abgestimmt ist. Im Streb, wo die Kohle gewonnen wird, hat bei söhliger, ansteigender und welliger Förderung sowie bei großen Leistungen das Förderband die einfachere und billigere Rutsche verdrängt, die jedoch bei einfallenden Streben noch in günstiger Weise als Zubringer für die Streckenbänder benutzt wird. Da die Strebbänder mit dem fortschreitenden Abbau umgelegt werden müssen, so müssen sie aus möglichst wenigen und leichten Teilen bestehen. Man hat daher einen elektrischen Antrieb entwickelt, der diesen Bedingungen entspricht. Der Kurzschlußmotor ist mit seinem Vorgelege in die Bandtrommel eingebaut, treibt über ein oder mehrere Stirnradvorgelege die mit Innenverzahnung versehene Trommel an (Abb. 4). Außer der gedrängten Bauart haben diese Elektrotrommeln noch den Vorteil, daß der Motor gegen Verschmutzung und Beschädigungen geschützt liegt. Da die Motoren alle durch Schutzschalter abgesichert sind, so treten an ihnen kaum Fehler auf, die eine leichtere Zugänglichkeit des Motors verlangen könnten. Will man für Kohle- und Bergeförderung dem Bande zwei verschiedene Geschwindigkeiten geben, so bildet man den Motor als polumschaltbar aus, auch kann man, indem man in beiden am Ende des Bandes gelegenen Trommeln Motoren einbaut, auch eine Drehrichtungsänderung vornehmen, falls Berge in umgekehrter Richtung zugebracht werden müssen. Die Elektrotrommel hat auch bei Streckenhäspeln Eingang gefunden und sich überall gut bewährt.

Eine besondere Art der Verwendung des Bandes im Streb ist das Schleuderband. Dieses ist ein kurzes Band,

[5]) VDE-Vorschrift 0101, § 7 f u. g, und Philippi: Elektrizität unter Tage, Leipzig: Hirzel 1932.

[6]) VDE-Vorschriften 0170. Siehe auch VDE 0119/1936 „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage“, S. 742 und 747 dieses Heftes.

das rechtwinklig zum Strebband angeordnet und in der Richtung des Strebbandes auf einem Fahrgestell verschiebbar ist (Abb. 5 und 6). Das feinkörnige Versatzmaterial fällt von dem ankommenden Strebband durch einen Einlauftrichter auf das schnellaufende Schleuderband, wird auf diesem durch angebrachte Leisten mitgenommen und mit hoher Geschwindigkeit in die zu versetzende Hohlräume geschleudert. Der dadurch entstehende Versatz ist dichter und fester als z. B. der große Hohlräume bildende

Abb. 5. Schleuderband für Bergversatz.

grobe Handversatz. Auch hier ist die Elektrotrommel der geeignete und gebäuchliche Antrieb. Von den Strebbändern oder Rutschen wandert die Kohle vielfach auf Streckenbänder, von diesen auf Sammelbänder, die die Kohle bis zu den Hauptquerschlägen führen und dort in die Wagen für die Lokomotivförderung laden. Da der Bandbetrieb ein

Abb. 6. Schleuderbandtrommel auf Zeche Rheinpreußen.

fortlaufender ist, während die Wagenbeladung mit kurzen Zwischenpausen geschieht, so schaltet man an der Ladestelle, wo es möglich ist, Bunker ein, die den Ausgleich zwischen beiden Förderarten schaffen. Um bei dem fortlaufenden Betrieb der Bänder Ladehemmungen an irgendeiner Stelle und damit größere Betriebsstörungen der ganzen Förderung zu verhindern, sind die Antriebe der Bänder derart untereinander meist elektrisch gekuppelt, daß das Streckenband erst dann in Betrieb gesetzt werden kann, wenn das Sammelband bereits läuft, und das Strebband erst dann, wenn das zugehörige Streckenband läuft (Abb. 7). Ferner kann bei eintretender Störung von jeder Stelle aus meist durch ein dünnes Steuerseil das betreffende Band stillgesetzt werden, wobei die in der Förderrichtung davor liegenden Bänder gleichfalls abgeschaltet werden, während erst wieder eingeschaltet werden kann, wenn die Störungsstelle die Beseitigung der Störung gemeldet hat und das in der Förderrichtung dahinterliegende Band im Betrieb ist. Am besten geeignet und daher am meisten angewendet ist dafür die Schützschaltung mit Druckknopfsteuerung. Jeder Motor erhält ein Schütz, dessen Steuerstromkreis durch Druckknöpfe unmittelbar und durch Relais für Fernbetätigung ein- und ausgeschaltet werden kann. In der Nähe der Entladestelle des Sammelbandes befindet sich der Hauptkommandostand in einer Schaltnische, wo die Hauptverteilung für die einzelnen Bänder und die Schütze untergebracht sind. Von dort aus lassen sich durch Druckknöpfe alle Bänder aus- und einschalten, ein Leuchtschaltbild kann hier noch anzeigen, welche Bänder in Betrieb sind. In der Nähe des Antriebes jedes einzelnen Bandes befinden sich die Druckknöpfe für dieses Band, wobei die vorstehend erwähnte Abhängigkeitsschaltung für die in der Förderrichtung davorliegenden Bänder vorgesehen ist. Die durch das Zugseil von jeder Stelle eines Förderbandes aus vorgesehene Abschaltung des Bandes geschieht über die Relais. Damit ist meist eine Signalgebung durch Hupen und auch Aufleuchten von Lampen verbunden. Ähnliche Anlagen sind im einschlägigen Schrifttum schon mehrfach ausführlich beschrieben, neu ist jedoch die starke Konzentration der Schaltstellen, die weiter gehende Abhängigkeitsschaltung und die Anbringung von Leuchtschaltbildern. Da und dort hat man auch fahrbare Schaltanlagen vorgesehen, die mit fortschreitendem Abbau und der damit erforderlichen Verlängerung der Streckenbänder nachrücken können, um die Schaltanlage stets in erreichbarer Nähe zu haben.

2 Motorschutzschalter
3 Sicherungsschalter
4 Relais
8 Strebleuchte
11 Signallampe
12 Zugschalter
14 Umschalter

Abb. 7. Abhängigkeitsschaltung einschl. Entriegelung und Signalgebung für Bänder und Senkrechtförderer.

Eine wichtige Neuerung stellen auch die elektrisch betriebenen Seigerförderer dar. Sie fördern nur abwärts, haben Ähnlichkeit mit einem Becherwerk, nur daß statt der Becher klappbare Mulden vorgesehen sind, die bei der Abwärtsbewegung dem Schachtquerschnitt angepaßt sind und in diesem sich nur mit geringem Spiel bewegen, während sie bei der Aufwärtsbewegung umgeklappt an der aufwärtsgehenden Kette hängen. Der Elektromotor hat hier im wesentlichen die Aufgabe, die abwärtsgehende Last abzubremsen, er arbeitet also im übersynchronen Lauf auf das Netz zurück und leistet Nutzarbeit. Nur zum Stillsetzen und Halten muß durch eine Bremse abgebremst werden, wobei der Motor abgeschaltet wird. Zur Betätigung der Bremse verwendet man hier, wie bei der Fahrbremse der Fördermaschinen, einen Preßluftzylinder mit Kolben. Das Luftventil wird dabei elektromagnetisch gesteuert, wodurch ein sanftes Stillsetzen und die Abhängigkeit vom Netzstrom erreicht wird, so daß die Bremse auch gleichzeitig als Sicherheitsbremse bei Überlastung, Ausbleiben der Spannung usw., dient.

Auch für den Antrieb von Kratzbändern, Wippern und Bergsiebe hat sich die Elektrizität mit Erfolg im Abbau eingeführt, bei den Blindschachthäspeln, Schüttelrutschen und Schrämmaschinen hat sie sich behauptet und z. T. weiter durchgesetzt.

Bei der Abbaubeleuchtung ist man wegen der zunehmenden Anwendung der Elektrizität der Antriebe von Preßluftlampen immer mehr zu den rein elektrischen Lampen übergegangen. Die Einfachheit und Billigkeit, über einen kleinen Trockentransformator die Strebbeleuchtung an das vorhandene Drehstromnetz anzuschließen, die geringen Stromkosten, also die größere Wirtschaftlichkeit, geben hier zusammen mit der Möglichkeit, sich durch Lichtsignale mit Hilfe der Signalschaltung von jeder Stelle aus zu verständigen, den Ausschlag[7]). Dabei ist man von den früheren 65 V und 110 V neuerdings auf 220 V übergegangen, wobei man an Anlagekosten noch weiter spart und selbst lange Strebe, ohne zu große Leitungsquerschnitte zu erhalten, anschließen kann.

[7]) Vgl. Truhel, Welches ist die günstigste Abbaubeleuchtung? Bergbau 42 (1929) S. 661, 675 u. 693.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Der in der ETZ 56 (1935) S. 217 ff. veröffentlichte Entwurf zu VDE 0119 ist auf Grund der eingegangenen Äußerungen überarbeitet und in der nachstehenden Form als

VDE 0119/1936 „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)"

verabschiedet worden.

Der nachstehend veröffentlichte Wortlaut wurde vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und zum 1. Juli 1936 in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann VDE.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

VDE 0119/1936.

Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.).

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Juli 1936 in Kraft[1]).

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Mai 1936. — Veröffentlicht: ETZ 56 (1935) S. 217; 57 (1936) S. 747 ff. — Siehe auch Fußnote 1, Absatz 3 von VDE 0105/1932.

§ 2.

Geltungsbereich.

Die Vorschriften gelten für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage. Sie sind auch bei der Errichtung und Änderung solcher Anlagen zu beachten, wenn dabei unter Spannung oder in der Nähe Spannung führender Teile gearbeitet werden muß oder ein Übertritt von Spannung auf im Bau befindliche Anlageteile möglich ist.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Betrieb elektrischer Anlagen umfaßt die Bedienung (Schaltung, Regelung und Säuberung), Überwachung und Instandhaltung sowie Instandsetzung der elektrischen Betriebsmittel.

b) Elektrische Betriebsmittel im Sinne dieser Vorschriften sind Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Geräte, Leuchten sowie Kabel und Leitungen mit ihrem Zubehör.

c) Als Betriebsspannung wird die Spannung bezeichnet, die in leitend zusammenhängenden Netzteilen an den Klemmen der Stromverbraucher im Mittel vorhanden ist.

d) Als Spannung gegen Erde wird die größte Spannung bezeichnet, die

1. in Netzen ohne Betriebserdung bei Erdschluß,
2. in Netzen mit Betriebserdung bei Erdkurzschluß

ein Leiter gegen Erde annehmen kann.

e) Fernmeldeanlagen sind Signal-, Fernsprech- und Rückmeldeanlagen sowie mit Mitteln der Fernmeldetechnik hergestellte Fernsteuerungs- und Gefahrmeldeanlagen.

f) Elektrische Betriebsräume sind Räume, die vorwiegend zum Betriebe elektrischer Betriebsmittel dienen und in der Regel nur von unterwiesenen Personen betreten werden (z. B. Haspelkammern, Pumpenkammern, Umformerstationen).

g) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die nur beauftragten Personen mit Hilfe von Schlüsseln zugänglich sind und nur zeitweise von unterwiesenen Personen betreten werden.

h) Elektrische Betriebsstätten sind Räume, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen nicht vorwiegend zum Betriebe elektrischer Betriebsmittel dienen und auch von Nichtunterwiesenen regelmäßig betreten werden.

i) Feuer-, explosions- und schlagwettergefährdete Grubenräume sind Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden.

III. Allgemeines.

§ 4.

Allgemeine Pflichten und Unterweisungen der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.

a) Die Betriebsvorschriften sind den im elektrischen Betriebe Beschäftigten auszuhändigen; diese haben den Empfang schriftlich zu bestätigen und sind verpflichtet, die Vorschriften zu befolgen.

Im elektrischen Betriebe Beschäftigte müssen mit den örtlichen Betriebsverhältnissen vertraut sein.

Dauernd im elektrischen Betriebe Beschäftigte müssen mit der nötigen Sorgfalt ausgewählt werden und fachlich ausreichend vorgebildet sein (Elektriker).

Vorübergehend im elektrischen Betriebe Beschäftigte müssen zur Vorsicht ermahnt werden.

Bei Unfällen ist nach VDE 0134 „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" zu verfahren. Bei Bränden ist VDE 0132 „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe" zu befolgen. Die im elektrischen Betriebe dauernd Beschäftigten sind von Zeit zu Zeit in der Behandlung elektrisch Verunglückter und in der Handhabung der Feuerlöschgeräte zu unterweisen und zu schulen.

b) Werden während des Betriebes Mängel beobachtet, die Personen oder Anlagen gefährden können, so haben die im elektrischen Betriebe Beschäftigten Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr zu treffen. Der nächsterreichbaren Aufsichtsperson ist so schnell als möglich Anzeige zu erstatten.

c) Verboten ist die Aufbewahrung von Kleidungsstücken, Werkzeugen, Bauteilen, Ölgefäßen u. dgl. in gefahrbringender Nähe von Spannung führenden, gegen Berührung nicht geschützten elektrischen Anlageteilen, z. B. in Schaltanlagen.

d) Die Stellen der Anlage, an denen Ausbesserungsarbeiten vorgenommen oder Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung angebracht werden sollen, sind von leicht entzündlichen Gegenständen freizuhalten.

e) Die Akkumulatorenwärter sind auf die Gefahren von Laugen, Säuren und Bleisalzen aufmerksam zu machen und besonders zur Reinlichkeit anzuhalten. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel ist zu sorgen. Essen, Trinken und Rauchen ist in den Akkumulatorenräumen verboten. Akkumulatorenräume dürfen nicht mit offenem Licht oder Wetterlampen betreten werden.

f) Unbefugten ist das Betreten elektrischer Betriebsräume und abgeschlossener elektrischer Betriebsräume verboten.

IV. Bedienung.

§ 5.

a) Elektrische Anlagen dürfen nur durch unterwiesene und beauftragte Personen bedient werden.

Bei der Bedienung von elektrischen Betriebsmitteln dürfen nur die zur Bedienung bestimmten Teile berührt werden; jede unnötige Berührung von ungeschützten Teilen elektrischer Betriebsmittel ist verboten.

Die Bedienenden dürfen selbständig keine Eingriffe in die elektrischen Anlagen vornehmen.

Mit beschädigten Betriebsmitteln und Leitungen darf nicht gearbeitet werden.

b) Auf die Unversehrtheit der ortsveränderlichen Leitungen — besonders an den Einführungsstellen — und auf ausreichende Zugentlastung ist zu achten.

Ortsveränderliche Leitungen dürfen nicht auf scharfen Kanten oder bewegten Teilen liegen.

Beim Umlegen ortsveränderlicher Leitungen (z. B. Abbaubeleuchtung) ist darauf zu achten, daß sie nicht beschädigt werden und den erforderlichen Durchhang haben.

c) Die elektrischen Betriebsmittel müssen sauber gehalten werden. Besonders sind sie von dicken Staubschichten und Haufwerk freizuhalten. Vorgesehene Abdeckungen müssen vorhanden und unbeschädigt sein.

Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefahrbringender Nähe von elektrischen Maschinen mit offenen Schleifringen oder Kommutatoren, von Geräten mit offenen Kontaktstellen und von ungeschützt verlegten, Spannung führenden Leitungen gelagert werden.

Die Zugänge zu Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen sowie die Bedienungsgänge sind freizuhalten.

d) Schalt-, Anlaß- und Steuergeräte dürfen nicht unter Gewaltanwendung betätigt werden.

Leistungsschalter und Trennschalter müssen stets schnell und vollständig ein- oder ausgeschaltet werden. Trennschalter dürfen nur in stromlosem Zustand betätigt werden.

Nach selbsttätigem Auslösen von Überstromschaltern ist Vorsicht geboten. Bei erkanntem Kurzschluß darf nur nach Abtrennung des gestörten Anlageteiles eingeschaltet werden.

Abnehmbare Hilfsmittel, mit denen elektrische Geräte betätigt werden, dürfen nicht in die Hände Unbefugter kommen.

e) Ölgefüllten Transformatoren, Schalt-, Anlaß- und Steuergeräten darf außer für Untersuchungen kein Öl entnommen werden.

f) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten.

Gleichartige Schmelzeinsätze entsprechender Stromstärke sind stets erreichbar und in genügender Anzahl vorrätig zu halten.

Sicherungen größerer Stromstärke oder anderer Arbeitsweise dürfen nur mit Zustimmung der für die elektrische Anlage verantwortlichen Aufsichtsperson eingesetzt werden.

Schmelzsicherungen, die nicht ohne weiteres gefahrlos bedient werden können, dürfen nur unter Anwendung geeigneter Schutzmittel [siehe § 7 a)] oder Schutzmaßnahmen ausgewechselt werden.

g) In Räumen, in denen Akkumulatoren geladen werden, dürfen während und kurz nach dem Laden offene Flammen oder glühende Körper nicht verwendet werden. Das An- und Abklemmen von Akkumulatoren während des Ladens ist nicht gestattet.

h) Unbefugte sind den elektrischen Betriebsräumen fernzuhalten.

V. Überwachung und Instandsetzung.

§ 6.

Allgemeines.

a) Elektrische Anlagen sind durch fachlich ausreichend vorgebildete Personen zu überwachen und in ordnungsgemäßem Zustande zu erhalten. Mängel sind in angemessener Frist abzustellen. Bei Mißständen, die das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden oder eine unmittelbare Brand- oder Explosionsgefahr bilden, müssen unverzüglich Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr getroffen werden.

Anlagen müssen den nach ihrer Erstellung in Kraft getretenen Errichtungsvorschriften angepaßt werden, wenn es die Rücksicht auf das Leben oder die Gesundheit von Personen erfordert.

Änderungen und Instandsetzungen vorhandener Anlagen müssen nach den jeweils geltenden Errichtungsvorschriften ausgeführt werden, wenn es die technischen und betrieblichen Verhältnisse gestatten.

b) Eine behelfsmäßige Ausbesserung des Gummimantels von Leitungen ist nur zulässig, wenn sich die beschädigte Leitung nicht sofort aus dem Betrieb ziehen läßt. Für baldige ordnungsgemäße Ausbesserung ist zu sorgen.

c) Elektrische Betriebsmittel, Schutzmittel und Schutzeinrichtungen, wie z. B. Erdung, Temperaturbegrenzung, Überstromauslöser und Verriegelungen, müssen in einwandfreiem Zustand erhalten werden. Eine Änderung der Einstellung von Überstromauslösern und ähnlichen Betriebsmitteln ist nur mit Zustimmung der verantwortlichen Aufsichtsperson zulässig.

Die Betriebsmittel sind in angemessenen Zeitabständen zu reinigen.

d) In gewissen Zeitabständen ist zu prüfen, ob der Erdungswiderstand oder der Nulleiterwiderstand den Sollwerten entspricht; Mängel sind zu beseitigen. Auf die Einhaltung der Sollwerte ist besonders bei Änderung der Anlage, Auswechselung der als Überstromschutz verwendeten Schalter und Schmelzsicherungen zu achten.

e) Die elektrischen Betriebsmittel sind häufig auf ihre Erwärmung zu untersuchen. Bei gefährlicher Erwärmung sind Gegenmaßnahmen zu treffen.

f) In gewissen Zeitabständen ist zu prüfen, ob die Einrichtungen, die beim Auftreten zu hoher Spannungen gegen Erde im Unterspannungsstromkreis den Unterspannungs-Nullpunkt oder einen Strom führenden Leiter an Erde legen, angesprochen haben. Der ordnungsgemäße Zustand ist wieder herzustellen.

g) Temperaturbegrenzer und Überstrom-Schutzeinrichtungen müssen richtig eingestellt sein.

h) Selbsttätige Schalter und Schutzverriegelungen dürfen nicht unwirksam gemacht werden.

i) Dichtungen zum Schutze gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Staub (z. B. an Steckvorrichtungen, Abzweigdosen, Klemmenkasten, Leuchten) müssen in gutem Zustand gehalten und rechtzeitig erneuert werden. Passende Dichtungen von geeigneter Beschaffenheit sind vorrätig zu halten.

k) Die Schlüssel zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sind von den damit Beauftragten zu verwahren.

l) Nicht betriebsfähige oder überbrückte Schalter oder Schalter vor nicht betriebsfähigen Anlageteilen sind durch Warnungsschilder als solche zu kennzeichnen oder schaltunfähig zu machen. Fernbetätigte Schalter sind durch zuverlässig angebrachte Warnungsschilder zu kennzeichnen und schaltunfähig zu machen (Verriegelung der Schalter, Entfernung der Sicherungen im Betätigungsstromkreis oder dgl.).

m) Anschläge, wie Warnungsschilder, Betriebsvorschriften, Schaltpläne usw., müssen lesbar und an leicht sichtbarer Stelle angebracht und in gutem Zustand erhalten werden.

Nicht mehr zutreffende Warnungsschilder und Aufschriften sind abzuändern oder zu entfernen.

§ 7.

Unfallverhütung und Brandbekämpfung.

a) Die für die Bedienung der Anlagen und Arbeiten in ihnen erforderlichen Schutzvorrichtungen, Schutzmittel und Warnungsschilder sind bereitzuhalten.

Schutzmittel sind Erdungsvorrichtungen, Abdeckungen, Schaltstangen, Schaltzangen, gegen die vorhandene Spannung isolierende, einen sicheren Stand bietende Unterlagen u. ä.

Gummihandschuhe, Gummischuhe und Werkzeuge mit isolierten Griffen sind als Schutzmittel verboten.

b) Schaltstangen und Schaltzangen mit Erdungsvorrichtungen dürfen nicht verwendet werden.

c) Zum Löschen von Bränden sind geeignete Löschmittel, z. B. Sand, Gesteinsstaub, Trockenpulverlöscher, Kohlensäurelöscher oder Schaumlöscher, an einer auch nach Ausbruch eines Brandes zugänglichen Stelle bereitzuhalten. Vorrichtungen zum Auffangen auslaufenden Öles sind von Wasser freizuhalten.

d) Feuerlöscher sind gebrauchsfähig zu erhalten. Bei Anlagen unter Spannung dürfen nur Feuerlöscher mit nicht leitenden Löschmitteln und nicht leitenden Treibmitteln verwendet werden. Schaumlöscher dürfen erst nach Abschalten der Anlage verwendet werden.

e) Ein Brand ist sofort zu bekämpfen und der nächsterreichbaren Aufsichtsperson zu melden.

f) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen muß, wenn sie von mehr als einer Seite (ober- und unterspannungsseitig) gespeist werden können, ein Schaltplan der zugehörenden Anlage entsprechend Anhang, Teil I, vorhanden sein. Wesentliche Änderungen und Erweiterungen der Anlage müssen in diesem Schaltplan unter Berücksichtigung von Anhang, Teil I, nachgetragen werden.

g) In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sind diese Betriebsvorschriften sowie VDE 0132 und VDE 0134 auszulegen oder lesbar anzuschlagen. Für einzelne Teilbetriebe genügen Auszüge aus diesen Betriebsvorschriften.

h) Bei Spannungen über 250 V gegen Erde müssen in elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen — besonders an den Zugängen — Schilder oder Aufschriften angebracht sein, die vor Berührung von Teilen der elektrischen Anlage warnen.

Schilder oder Aufschriften sind in Betriebsstätten nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber, bei Betriebsspannungen unter 1000 V nur an gefährlichen Stellen erforderlich. Blitzpfeile sind nach DIN VDE 6 auszuführen. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist die Verwendung von Blitzpfeilen nur an Stellen mit erhöhter Gefahr gestattet.

Warnungsschilder sind nach den Richtlinien für Warnungsschilder und -texte (siehe Anhang, Teil II) auszuführen. In einer Anlage sind für gleichartige Einrichtungen die gleichen Warnungsschilder und -texte zu verwenden.

§ 8.

Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.

a) Arbeiten unter Spannung sind mit Ausnahme der in § 10 angeführten Fälle verboten.

b) Vor Beginn der Arbeiten müssen die folgenden Maßnahmen in nachstehender Reihenfolge durchgeführt werden.

Dem zuständigen Bedienungspersonal ist von den Arbeiten Kenntnis zu geben [siehe c)].

Die Teile der Anlage, an denen gearbeitet werden soll, müssen abgeschaltet werden [siehe d)].

Die Abschaltung und die Spannungsfreiheit müssen einwandfrei festgestellt werden [siehe e)].

Bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber müssen Kabel entladen werden [siehe f)].

Die Anlageteile müssen erst geerdet und dann kurzgeschlossen werden [siehe g)].

c) Hat der Arbeitende nicht selbst abgeschaltet oder sind mehrere Personen an den Arbeiten beteiligt, so muß die mündliche oder schriftliche oder fernmündliche Bestätigung der Abschaltung durch einen Mann, der sich von der Abschaltung persönlich überzeugt hat, abgewartet werden. Diese Bestätigung hat unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile, des Namens und der Dienststellung der für die Abschaltung Verantwortlichen zu erfolgen. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Abschaltung sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage spannungsfrei gemacht werden soll, genügt nicht.

d) Es sind Maßnahmen zur Verhinderung einer Spannungszuführung zur Arbeitsstelle während der Arbeiten — besonders bei fernbetätigten Schaltern oder Trennschaltern — zu treffen (Verriegelung von Schaltern, Entfernung von Schmelzsicherungen in Betätigungsstromkreisen oder dgl.).

An Schaltern, Trennstücken oder dgl., mit denen ein Anlageteil spannungsfrei gemacht ist, muß für die Dauer der Arbeiten ein Schild angebracht sein, daß an dem zugehörenden Teil der Anlage gearbeitet wird und nicht geschaltet werden darf.

Trennschalter vor Schaltern sind zu ziehen.

Werden Schmelzsicherungen zur Abtrennung benutzt, so müssen die Schmelzeinsätze herausgenommen und sicher verwahrt werden. Bei Spannungen bis 250 V gegen Erde darf in diesen Fällen von der Anbringung eines Schildes abgesehen werden.

e) Der spannungsfreie Zustand muß entweder an der Arbeitsstelle selbst sichtbar sein oder vor Beginn der Arbeit auf andere Weise festgestellt werden.

Bei fernbetätigten Trennschaltern muß die Abschaltung durch Besichtigung der Trennschalter selbst festgestellt werden.

Das Prüfen auf Spannungsfreiheit darf nur mit dazu bestimmten Geräten vorgenommen werden. Vor und nach Gebrauch sind die Geräte auf ihren einwandfreien Zustand zu prüfen.

Besonders ist darauf zu achten, daß der spannungsfreie Zustand nicht immer durch Herausnahme von Schaltern oder dgl. allein sichergestellt ist, da noch Verbindungen durch Meß-, Ring-, Doppelleitungen usw. bestehen können oder eine Rücktransformierung vorhanden sein kann.

f) Bei größeren Kabellängen und höheren Spannungen können die Ladungen den Arbeitenden gefährlich werden. Die Kabel sind daher zuvor zu entladen. Hierzu ist ein geerdeter Leiter mit Hilfe einer Schaltstange mit den zu entladenden Leitern mehrmals in Berührung zu bringen.

g) Zum Schutz gegen Gefährdung durch zufälliges oder versehentliches Wiedereinschalten und gegen Rückspannungen müssen die Teile, an denen gearbeitet wird, geerdet und kurzgeschlossen werden.

Geerdet und kurzgeschlossen werden muß vor der Arbeitsstelle und — falls die Gefahr der Rückspannung besteht — an beiden Seiten der Arbeitsstelle [Ausnahmen siehe unter h) und i)].

Erdungen und Kurzschließungen dürfen erst vorgenommen werden, nachdem sich der Arbeitende davon überzeugt hat, daß dieses ohne Gefahr geschehen kann. Die Erdung muß mit einer vorher geerdeten Leitung vorgenommen werden.

Das Berühren abgeschalteter Leitungen vor dieser Erdung und Kurzschließung ist verboten, da durch unbefugtes Wiedereinschalten Gefahr droht.

Die Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung müssen so beschaffen sein, daß sie eine gut leitende Verbindung mit den zu erdenden und kurzzuschließenden Teilen gewährleisten. Sie sind so zu bemessen, daß sie den Kurzschlußstrom so lange aushalten, bis eine vor der Kurzschlußstelle liegende Stromsicherung ausgelöst hat. Der Querschnitt der Erdleitung muß mindestens dem Leitwert von 25 mm^2 Kupfer entsprechen.

Ketten dürfen zur Erdung und Kurzschließung nicht verwendet werden.

h) Von einer Erdung und Kurzschließung der Arbeitsstelle kann abgesehen werden — auch wenn die Leitung aufgetrennt wird — in Anlagen, in denen

die Trennstellen aller zur Arbeitsstelle führenden Leitungen sichtbar sind,
Schaltungen nur innerhalb des Raumes, in dem die Arbeitsstelle liegt, vorgenommen werden können und Rückspannungen nicht zu befürchten sind.

i) In Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V darf von einer Erdung und Kurzschließung nur abgesehen werden, wenn der spannungsfreie Zustand durch Herausnahme der Sicherungen oder Trennstücke unbedingt sichergestellt ist. Das Öffnen des Schalters allein genügt nur, wenn das Wiedereinschalten durch Unbefugte verhindert ist.

k) Bei Arbeiten an Kabeln und Zubehörteilen, besonders beim Schneiden von Kabeln und Öffnen von Kabelmuffen, müssen sich die Arbeitenden zunächst vergewissern, ob sie das richtige Kabel vor sich haben, und dieses kennzeichnen; erst dann dürfen sie unter Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der Arbeit beginnen.

§ 9.

Maßnahmen vor Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit.

a) Elektrische Anlagen, in deren Bereich gearbeitet wurde, dürfen erst wieder eingeschaltet werden, wenn die dafür Verantwortlichen unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile, des Namens und der Dienststellung mündlich oder schriftlich oder fernmündlich diese Teile zur Wiedereinschaltung freigegeben haben. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Freigabe sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage wieder unter Spannung gesetzt werden soll, genügt nicht.

b) Vor der Freigabe müssen alle Anschlüsse und die Verbindungen der Erdungsleitungen nachgeprüft, alle Schutzverkleidungen wieder angebracht werden. Zuerst ist die Kurzschließung und dann die Erdung zu beseitigen.

§ 10.

Arbeiten unter Spannung.

a) Bei Spannungen über 250 V gegen Erde sind Arbeiten unter Spannung verboten. Bei Spannungen über 42 V bis 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur ausnahmsweise und nur von einer unterwiesenen Person oder in deren Gegenwart und unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden.

b) Das Reinigen Spannung führender Teile von Betriebsmitteln, die aus Betriebsrücksichten nicht abgeschaltet werden können, ist nur mit solchen dazu bestimmten Geräten gestattet, bei denen der Übertritt von Spannung auf den mit dem Gerät Arbeitenden ausgeschlossen ist.

c) Alle Arbeiten unter Spannung dürfen nur durch fachlich ausreichend vorgebildete und mit der Gefahr vertraute Personen ausgeführt werden. Zweckentsprechende Schutzmittel sind bereitzustellen und zu benutzen. Sie sind von dem Benutzer vor Gebrauch sorgfältig nachzusehen. Die Arbeiten dürfen nur in dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden. Für einen festen Standort ist zu sorgen.

§ 11.

Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.

a) Muß an einer Stelle gearbeitet werden, von der aus Spannung führende Teile mittelbar oder unmittelbar (z. B. durch Werkzeuge) berührt werden können, so ist die Gefahrzone durch Schranken, einschiebbare Wände oder dgl. abzusperren oder die Spannung führenden Teile sind durch isolierende Abdeckungen der zufälligen Berührung zu entziehen.

Muß an Teilen eines Gerätes gearbeitet werden, die sich mit anderen unter Spannung stehenden Teilen in einem gemeinsamen Gehäuse befinden, so ist das ganze Gerät vor Beginn der Arbeiten durch Abschalten spannungslos zu machen. Hiervon kann abgesehen werden, wenn die Spannung führenden Teile sicher abgedeckt werden.

b) Der Arbeitende hat stets darauf zu achten, daß er nicht mit seinem Körper unmittelbar oder über einen leitenden Gegenstand Spannung führende Teile berührt. Die Arbeiten dürfen nur in dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden. Für einen festen Standort ist zu sorgen.

VI. Zusatzbestimmungen für schlagwettergefährdete Grubenräume.

§ 12.

Allgemeines.

a) Das Arbeiten — auch das Auswechseln von Glühlampen — unter Spannung ist verboten.

Das Öffnen von Gehäusen ist nur dann gestattet, wenn die darin unter Spannung verbleibenden Teile gegen mittelbare oder unmittelbare Berührung geschützt sind.

Bei Fernmeldeanlagen — außer Schachtsignalanlagen — ist das Öffnen von Gehäusen und das Arbeiten unter Spannung gestattet, wenn eine Abschaltung aus betrieblichen Gründen nicht möglich ist und wenn die Schlagwetterfreiheit des Ortes durch eine bergmännische Aufsichtsperson festgestellt und während der Dauer der Arbeit überwacht wird.

b) Die mit der Wartung oder Überwachung von elektrischen Anlagen betrauten Personen haben besonders darauf zu achten, daß sich der Schlagwetterschutz der elektrischen Betriebsmittel immer in ordnungsgemäßem Zustande befindet.

§ 13.

Bedienung und Überwachung.

a) Werden an Betriebsmitteln Mängel festgestellt, die die Schlagwettersicherheit beeinträchtigen, oder zeigen sich an ihnen außergewöhnliche Erscheinungen, so sind die gefährlichen Teile sofort abzuschalten. Es ist dafür zu sorgen, daß sie erst wieder in Betrieb genommen werden können, wenn die Mängel sachgemäß beseitigt sind. Eine behelfsmäßige Instandsetzung, auch nur für kurze Zeit, ist verboten.

b) Die Gehäuse der druckfesten Kapselungen und der Plattenschutzkapselungen müssen vorschriftsmäßig geschlossen, alle Schrauben und Verschraubungen fest angezogen und gegen Lockern gesichert sein. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Stoßstellen zusammengepaßter Gehäuseteile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen sauber und nicht beschädigt sind und richtig sitzen. Die Stoßstellen und Auflageflächen dürfen nur hauchartig eingefettet sein.

Dichtungen zwischen Stoßstellen und Auflageflächen dürfen nur eingelegt werden, wenn sie vom Hersteller vorgesehen sind.

Fehlende Schrauben oder Schraubensicherungen sind sofort durch gleichartige zu ersetzen.

c) Plattenschutzpakete müssen so sitzen, daß sich zwischen ihnen und den Gehäusewandungen keine Spalten von mehr als 0,5 mm Weite befinden.

Die Platten müssen unbeschädigt, ihr Abstand voneinander darf an keiner Stelle größer als 0,5 mm sein. Die Zwischenräume zwischen den Platten dürfen nicht verstopft sein.

Plattenschutzpakete dürfen beim Streichen der Gehäuse nicht mitgestrichen werden, sie sind vor dem Streichen herauszunehmen. Die Sitzflächen der Pakete dürfen auch nicht gestrichen werden.

In angemessenen Zeiträumen — aber immer nach Explosionen in den durch sie geschützten Gehäusen — müssen Plattenschutzpakete gesäubert werden.

d) Der Ölstand in ölgekapselten Anlageteilen muß mindestens die vorgeschriebene Höhe haben.

Die Ölstandsanzeigevorrichtung und die Ölablaßvorrichtung müssen dicht und unbeschädigt sein. Die Ölstandsanzeigevorrichtung ist so sauber zu halten, daß man den Ölstand ohne weiteres erkennen kann.

Das Öl muß in angemessenen Zeitabständen auf seinen ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden (siehe VDE 0370 „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle").

e) Schaugläser müssen unversehrt sein. Beim Auswechseln von Schaugläsern ist darauf zu achten, daß Ersatzgläser der gleichen Güte und Beschaffenheit verwendet werden.

f) Beschädigte Schutzgläser von Leuchten müssen sofort durch unversehrte ersetzt werden.

Flackernde oder mangelhaft brennende Glühlampen sind abzuschalten und in ihre Fassung richtig einzuschrauben.

g) Maschinen, Transformatoren, Leuchten und Geräte müssen von Wasser freigehalten werden.

In angemessenen Zeitabständen sind die Spannung führenden, der Abnutzung oder Lockerung unterliegenden Teile im Inneren von Maschinen, Transformatoren und Geräten nachzuprüfen und — wenn nötig — in Ordnung zu bringen.

Beim Auswechseln von Kontaktteilen und Leitungen ist darauf zu achten, daß in Werkstoff, Form und Bemessung richtige Ersatzteile verwendet werden.

h) Die Gehäuse ferngesteuerter Maschinen und Geräte dürfen nur geöffnet werden, wenn das Fernschalten zuverlässig verhindert ist.

i) Das Trennen von Steckvorrichtungen bei Stromdurchgang ist verboten.

k) Für die Wartung der Akkumulatorbatterien von Lokomotiven sind die besonderen Bedienungsvorschriften zu beachten.

l) Sonderschlüssel für Verschraubungen und Verschlüsse dürfen sich nur in Händen der mit der Aufsicht und Wartung Betrauten befinden. Sie müssen so aufbewahrt werden, daß sie nicht in die Hände Unbefugter gelangen können.

m) Das Erden und Kurzschließen spannungslos gemachter Teile ist nur zulässig, wenn die Schlagwetterfreiheit des Ortes durch eine bergmännische Aufsichtsperson festgestellt und während der Dauer der Arbeit überwacht wird.

Das Gleiche gilt für das Nachprüfen des Isolationszustandes und für elektrische Messungen und Spannungsprüfungen mit nicht fest eingebauten Geräten. Diese Arbeiten dürfen nur durch Elektroaufsichtspersonen oder vom Oberbergamt anerkannte Elektrosachverständige selbst oder unter deren Aufsicht ausgeführt werden.

Zum Nachprüfen des Isolationszustandes dürfen nur Kurbelinduktoren oder schlagwettergeschützte, fest eingebaute Netzprüfeinrichtungen benutzt werden.

n) Bei Arbeiten an der Anlage muß der spannungsfreie Zustand besonders sichergestellt werden. Schalter, die diesem Zweck dienen, müssen durch eine Verriegelung gesichert werden, wenn der spannungsfreie Zustand nicht durch besondere, nur vom Elektriker mit Sonderschlüssel bedienbare Schalter oder durch Herausnahme von Sicherungen verbürgt ist.

o) Beim Durchsehen und Prüfen der Anlage muß ausreichende Beleuchtung vorhanden sein.

p) Leistungsschilder, Typenbezeichnungen und das Schlagwetterkennzeichen (Sch) an elektrischen Betriebsmitteln müssen sauber und lesbar gehalten werden.

§ 14.

Instandsetzung.

a) Ausbesserungen dürfen nur von Sachkundigen oder unter deren Leitung ausgeführt werden. Dabei darf die ursprüngliche Wirksamkeit des Schlagwetterschutzes nicht herabgesetzt werden.

b) Bei Ausbesserungsarbeiten ist für gute Beleuchtung zu sorgen.

c) Beim Auswechseln von Teilen des Schlagwetterschutzes elektrischer Betriebsmittel dürfen nur Ersatzteile der gleichen Güte und Beschaffenheit verwendet werden.

d) Werden Maschinen, Transformatoren, Leuchten oder Geräte so geändert, daß die in der Bescheinigung der Versuchsstrecke enthaltenen Angaben über den Schlagwetterschutz nicht mehr zutreffen, so sind sie der Versuchsstrecke zur Ausstellung eines Nachtrages erneut zur Prüfung vorzulegen. Handelt es sich um die Instandsetzung von Wicklungen, so ist außer einer Isolationsprüfung die Erwärmungsprüfung vorzunehmen, wie sie für neugelieferte Betriebsmittel in der Werksbescheinigung nachzuweisen ist.

Betriebsmittel, deren Schlagwetterschutz geändert ist, dürfen erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn sie von der zuständigen Bergbehörde erneut zugelassen sind.

Anhang.

I. Schaltpläne.

a) Die Schaltpläne nach § 7 f) müssen Angaben über die Betriebsmittel insoweit enthalten, als sie zur Vornahme von Schaltungen in diesen Teilen der Anlage erforderlich sind. Im allgemeinen genügt es, wenn die Schaltpläne bis zu der letzten, ortsfest eingebauten Verteilung durchgeführt werden und die Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben ist.

b) Für die Schaltpläne sind die in den Normblättern DIN VDE 710 bis 717 festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder zu verwenden. Für einfachere Darstellungen müssen die Schaltzeichen, für eingehendere die Schaltbilder verwendet werden. Das Muster eines Schaltplanes zeigt das Normblatt DIN VDE 719, Bl. 2.

c) Mehrpolige Leitungen und Betriebsmittel sind im allgemeinen einpolig zu zeichnen.

II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

a) Soweit für Blitzpfeile und Warnungstexte besondere Schilder verwendet werden, sind möglichst die Schildgrößen A bis F unter c), Abb. 1 bis 6, einzuhalten. Schilder und Schrift müssen haltbar und wetterbeständig sein.

b) Für Warnungstexte gilt als Regel schwarze Schrift auf gelbem oder hellem, metallenen Grund. Als Schrift muß Blockschrift mit großen und kleinen Buchstaben ohne Schnörkel benutzt werden, damit sie schon aus größerer Entfernung deutlich lesbar ist.

Bei Blechschildern müssen Schrift und Blitzpfeil (nach DIN VDE 6) möglichst erhaben geprägt sein.

c) In Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde sind Warnungsschilder mit Blitzpfeilen zu verwenden. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist der Blitzpfeil nur an Stellen mit erhöhter Gefahr anzubringen.

Beispiele:

Abb. 1. Größe A: etwa 30 × 20 cm.

Schild nach Abb. 1 ist für Stellen bestimmt, an denen täglich viele Menschen verkehren, z. B. am Füllort.

Abb. 2. Größe B: etwa 30 × 20 cm.

Schild nach Abb. 2 ist in Zugängen zu Schalträumen, an Maschinen, Transformatoren usw. anzubringen.

Abb. 3. Größe C: etwa 20 × 12 cm.

Schild nach Abb. 3 ist für Schaltstationen und für Stellen geeignet, an denen Prüf- und Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden.

Abb. 4. Größe D: etwa 12 × 20 cm.
Schild nach Abb. 4 ist an Trägern, Verkleidungen usw. anzubringen.

Vorsicht! Leitungen nicht berühren

Abb. 5. Größe E: etwa 12 × 20 cm.

Vorsicht! Leitungen nicht berühren

Abb. 6. Größe F: etwa 20 × 12 cm.

Schilder nach Abb. 5 und 6 sollen zur Vorsicht ermahnen. Sie sind nur für Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde zu verwenden, wenn keine erhöhte Gefahr vorliegt.

Andere Warnungsschilder und -texte sind zulässig, Beispiel: Schildgröße G nach Abb. 7 mit Text, der auf eine besondere Gefahr, die mit der Vornahme einzelner Arbeiten verbunden ist, aufmerksam macht.

Nicht einschalten!
Es wird gearbeitet:
Ort:....................
....
Entfernen der Tafel
nur durch:.............
Name

Abb. 7. Größe G: etwa 30 × 20 cm.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Mit dem 1. Juli 1936 verlieren die in VDE 0105/1932 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ zwischen ⚒ || stehenden Zusätze für „Starkstromanlagen in Bergwerken unter Tage“ ihre Gültigkeit. Hierdurch ergeben sich an

VDE 0105/1932 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“

folgende Änderungen:

§ 1 c) erhält folgenden Wortlaut:

„c) Für Bergwerke unter Tage gilt VDE 0119 „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)“.“

Die letzten Sätze von § 1 m), n) und o) werden gestrichen.

§ 1 p) wird gestrichen.
§ 1 q) erhält den Kennbuchstaben p).

Verband Deutscher Elektrotechniker:
Der Geschäftsführer:
Blendermann VDE.

VDE-Fachberichte 1936.

In ETZ 57 (1936) H. 19, S. 541/42 war das vorläufige Programm und der vorläufige Zeitplan der Fachberichte veröffentlicht. Inzwischen sind eine Reihe von Änderungen gegenüber der damaligen Veröffentlichung notwendig geworden.

Das soeben erschienene ausführliche Programmheft der Fachberichte berücksichtigt diese Änderungen. Es enthält mehrere Angaben über Zeit und Ort der Fachberichte, einen genauen Zeitplan, Inhaltsangaben der einzelnen Vorträge, die zur Vorbereitung von Diskussionsvorträgen wertvolle Dienste leisten werden sowie eine alphabetische Übersicht der Einführenden und der Fachberichterstatter. Das Programmheft wird allen Teilnehmern an der Tagung zugestellt. Ferner kann es kostenlos von der Geschäftstelle des VDE bezogen werden.

Sitzungskalender.

Gau Südbaden, Freiburg i. B. 26. 6. (Fr), $20^{h}15^{m}$, Zähringer Hof: „Die Elektrisierung der Höllental- und Dreiseenbahn“ (m. Lichtb.). Reichsbahnoberrat Schmidt.

Aus den VDE-Gauen.

Gau Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein e. V.

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, VDE-Haus.
Sammelnummer: C 4 Wilhelm 8885.
Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehende Veranstaltung der Arbeitsgemeinschaft „Kabeltechnik“ findet um 18^{h} im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (am Bahnhof Zoologischer Garten) statt. Zur Teilnahme ist VDE-Mitgliedschaft nicht Bedingung. Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser, Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141.

29. 6. 1936: „Einfluß der Verseilung auf die elektrischen Eigenschaften der Fernsprechkabel“, Fortsetzung. (Vortragender: Dipl.-Ing. Wenk.)

Anmerkung: In den Sommermonaten Juli bis September finden keine Zusammenkünfte der Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften statt.

VDE Gau Berlin-Brandenburg.
Vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 5e.

Abschluß des Heftes: 19. Juni 1936.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Selbsttätige Gleichrichteranlagen für das Laden von Stromspeichern

Mitteilung der AEG.

Für das Laden von Stromspeichern haben sich verschiedene Verfahren durchgesetzt, die je nach der Größe der aufzuladenden Speicher verschieden sind. Kleine und mittlere Anlagen bedingen einfache Mittel, um den Aufwand für die Ladeeinrichtungen niedrig zu halten. Für die Auswahl der Ladeeinrichtungen ist besondere Rücksicht auf die Forderung zu nehmen, die der jeweilige Ladebetrieb stellt. Im allgemeinen soll mit einer so niedrigen Ladestromstärke geladen werden, wie es die zur Verfügung stehende Zeit eben erlaubt. Ist jedoch ein

A = Antriebrelais,
D = Drehregler,
F = Fortschaltrelais,
G = Gleichrichter,
GW = Gleichspannungswächter,
N = Nebenwiderstand,
R = Regelrelais,
S = Schalter,
U = Umspanner,
Z = Zeitrelais.

Abb. 1. Grundsätzliches Schaltbild eines selbsttätigen Ladegleichrichters.

Schnelladeverfahren erforderlich, so muß mit ziemlich hohen Anfangströmen geladen werden. Bei Beginn der Gasentwicklung sollen diese Ladeströme herabgesetzt werden, um das Laden wirtschaftlich zu gestalten und den Stromspeicher vor unzulässiger Erwärmung zu schützen. Diesem Vorgange folgt im allgemeinen ein Nachladen mit schwachem Strom.

Die genannten Bedingungen lassen sich leicht mit Quecksilberdampf-Gleichrichtern erfüllen. Zur Vereinfachung des Ladevorganges wird das Laden bei gleichbleibender Spannung des Gleichrichters vorgenommen. Zur selbsttätigen Herabsetzung des Ladestromes werden Drosselspulen solcher Größe in die Anodenstromkreise geschaltet, daß mit steigender Zellenspannung eine Drosselung des Stromes um den gewünschten Betrag erfolgt. Die Verwendung von Drosselspulen gegenüber Widerständen hat den Vorteil, daß die Reglung praktisch ohne Verluste erfolgt. Die Drosselspulen werden so bemessen, daß bei der Anfangspannung der Zellen der volle gewünschte Ladestrom fließt und dieser sich gegen Ende des Ladens auf den gewünschten Nachladestrom verringert.

Bei größeren Anlagen wird eine weitere Verkürzung der Ladezeit und eine noch engere Anpassung an die für die Zellen zulässigen Ladeströme angestrebt. Zu diesem Zweck erfolgt das Laden bis zum Eintritt des Gasens mit gleichbleibender Stromstärke, die in ihrer Höhe durch die Eigenschaften des Speichers begrenzt wird. Bei Beginn des Gasens wird allmählich die Stromstärke soweit herabgesetzt, bis sie den Strom erreicht, mit dem der Stromspeicher nachgeladen werden soll. Hierbei ist zweckmäßig darauf zu achten, daß sich die Spannung während des Regelvorganges möglichst noch nicht über die Gasungspannung erhebt.

Für das Laden nach einem solchen Verfahren eignen sich besonders die gittergesteuerten AEG-Gleichrichter, da diese in sehr einfacher und übersichtlicher Weise ein Regeln der Stromstärke in dem beschriebenen Sinne gestatten. Die Vorzüge der Gittersteuerung treten noch besser bei selbsttätigen Ladeeinrichtungen hervor. Das Verfahren ist einfach und verlangt während der gesamten Ladezeit keine Wartung: es bewirkt das Laden der Zellen mit gleichbleibendem Strom während des ersten Ladeabschnittes durch Ueberwachen des Ladevorganges mit einem Stromregelrelais, das seinerseits auf den Antrieb des Drehreglers und damit auf die Gittersteuerung des Gleichrichters einwirkt. Bei Erreichen einer Zellenspannung von 2,4 V, die durch einen Spannungswächter gemessen werden kann, setzt der Regelvorgang ein, der die Ladestromstärke langsam herabsetzt. Nach Beendigung dieses Vorganges wird der Ladestrom auf einem für die Nachladung geeigneten Wert gehalten, bis die Anlage selbsttätig abgeschaltet wird. Die Arbeitsweise einer solchen Anlage erkennt man aus Abb. 1, die den Gleichrichter G mit dem vorgeschalteten Umspanner U und die hauptsächlichsten Teile der selbsttätigen Regeleinrichtung zeigt. Nach Einlegen sämtlicher Schalter läuft der Ladevorgang wie folgt ab:

1. Ladeabschnitt:

Regelrelais R mißt am Nebenwiderstand N eine dem Strom verhältnisgleiche Spannung und gibt bei Abweichen des Stromes vom Sollwert Impulse auf das Antriebrelais A;

Relais A steuert den Drehregler D, bis der Strom seinen Sollwert wieder erreicht;

Gleichspannungswächter GW beobachtet die steigende Speicherspannung.

2. Ladeabschnitt:

Gleichspannungswächter GW spricht bei 2,4 V Zellenspannung an und gibt den Ablauf des Fortschaltrelais F und des Zeitrelais Z frei. Fortschaltrelais F ändert stufenweise die Spannung am Relais R, das in entsprechenden Absätzen Impulse zur Herabsetzung des Stromes erteilt.

3. Ladeabschnitt:

Die selbsttätige Herabsetzung des Stromes wird unterbrochen. Das Zeitrelais Z schaltet nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit den Schalter S und somit die Gleichrichteranlage aus.

a = Strom, b = Spannung, c = Säuredichte.

Abb. 2. Kennlinien eines selbsttätig geregelten Ladevorganges.

Die Kennlinien eines solchen selbsttätig geregelten Ladevorganges zeigt Abb. 2, das abhängig von der Zeit den Verlauf von Strom, Spannung und Säuredichte enthält.

Die Verwendung der Gittersteuerung erlaubt neben der stufenlosen Reglung, dem Fortfall mechanischer Verschleißes und dem Vorteil kleiner Massenbewegungen eine sehr viel einfachere Ausführung der selbsttätigen Einrichtung; sie bringt ferner durch den Fortfall der Regelumspanner eine Besserung des Wirkungsgrades mit sich.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Stellenangebote

Selbsttätige Gleichrichteranlagen für das Laden von Stromspeichern

Mitteilung der AEG.

Für das Laden von Stromspeichern haben sich verschiedene Verfahren durchgesetzt, die je nach der Größe der aufzuladenden Speicher verschieden sind. Kleine und mittlere Anlagen bedingen einfache Mittel, um den Aufwand für die Ladeeinrichtungen niedrig zu halten. Für die Auswahl der Ladeeinrichtungen ist besondere Rücksicht auf die Forderung zu nehmen, die der jeweilige Ladebetrieb stellt. Im allgemeinen soll mit einer so niedrigen Ladestromstärke geladen werden, wie es die zur Verfügung stehende Zeit eben erlaubt. Ist jedoch ein Schnelladeverfahren erforderlich, so muß mit ziemlich hohen Anfangströmen geladen werden. Bei Beginn der Gasentwicklung sollen diese Ladeströme herabgesetzt werden, um das Laden wirtschaftlich zu gestalten und den Stromspeicher vor unzulässiger Erwärmung zu schützen. Diesem Vorgange folgt im allgemeinen ein Nachladen mit schwachem Strom.

A = Antriebrelais,
D = Drehregler,
F = Fortschaltrelais,
G = Gleichrichter,
GW = Gleichspannungswächter,
N = Nebenwiderstand,
R = Regelrelais,
S = Schalter,
U = Umspanner,
Z = Zeitrelais.

Abb. 1. Grundsätzliches Schaltbild eines selbsttätigen Ladegleichrichters.

Die genannten Bedingungen lassen sich leicht mit Quecksilberdampf-Gleichrichtern erfüllen. Zur Vereinfachung des Ladevorganges wird das Laden bei gleichbleibender Spannung des Gleichrichters vorgenommen. Zur selbsttätigen Herabsetzung des Ladestromes werden Drosselspulen solcher Größe in die Anodenstromkreise geschaltet, daß mit steigender Zellenspannung eine Drosselung des Stromes um den gewünschten Betrag erfolgt. Die Verwendung von Drosselspulen gegenüber Widerständen hat den Vorteil, daß die Reglung praktisch ohne Verluste erfolgt. Die Drosselspulen werden so bemessen, daß bei der Anfangspannung der Zellen der volle gewünschte Ladestrom fließt und dieser sich gegen Ende des Ladens auf den gewünschten Nachladestrom verringert.

Bei größeren Anlagen wird eine weitere Verkürzung der Ladezeit und eine noch engere Anpassung an die für die Zellen zulässigen Ladeströme angestrebt. Zu diesem Zweck erfolgt das Laden bis zum Eintritt des Gasens mit gleichbleibender Stromstärke, die in ihrer Höhe durch die Eigenschaften des Speichers begrenzt wird. Bei Beginn des Gasens wird allmählich die Stromstärke soweit herabgesetzt, bis sie den Strom erreicht, mit dem der Stromspeicher nachgeladen werden soll. Hierbei ist zweckmäßig darauf zu achten, daß sich die Spannung während des Regelvorganges möglichst noch nicht über die Gasungspannung erhebt.

Für das Laden nach einem solchen Verfahren eignen sich besonders die gittergesteuerten AEG-Gleichrichter, da diese in sehr einfacher und übersichtlicher Weise ein Regeln der Stromstärke in dem beschriebenen Sinne gestatten. Die Vorzüge der Gittersteuerung treten noch besser bei selbsttätigen Ladeeinrichtungen hervor. Das Verfahren ist einfach und verlangt während der gesamten Ladezeit keine Wartung: es bewirkt das Laden der Zellen mit gleichbleibendem Strom während des ersten Ladeabschnittes durch Ueberwachen des Ladevorganges mit einem Stromregelrelais, das seinerseits auf den Antrieb des Drehreglers und damit auf die Gittersteuerung des Gleichrichters einwirkt. Bei Erreichen einer Zellenspannung von 2,4 V, die durch einen Spannungswächter gemessen werden kann, setzt der Regelvorgang ein, der die Ladestromstärke langsam herabsetzt. Nach Beendigung dieses Vorganges wird der Ladestrom auf einem für die Nachladung geeigneten Wert gehalten, bis die Anlage selbsttätig abgeschaltet wird. Die Arbeitsweise einer solchen Anlage erkennt man aus Abb. 1, die den Gleichrichter G mit dem vorgeschalteten Umspanner U und die hauptsächlichsten Teile der selbsttätigen Regeleinrichtung zeigt. Nach Einlegen sämtlicher Schalter läuft der Ladevorgang wie folgt ab:

1. Ladeabschnitt:

Regelrelais R mißt am Nebenwiderstand N eine dem Strom verhältnisgleiche Spannung und gibt bei Abweichen des Stromes vom Sollwert Impulse auf das Antriebrelais A;

Relais A steuert den Drehregler D, bis der Strom seinen Sollwert wieder erreicht;

Gleichspannungswächter GW beobachtet die steigende Speicherspannung.

2. Ladeabschnitt:

Gleichspannungswächter GW spricht bei 2,4 V Zellenspannung an und gibt den Ablauf des Fortschaltrelais F und des Zeitrelais Z frei. Fortschaltrelais F ändert stufenweise die Spannung am Relais R, das in entsprechenden Absätzen Impulse zur Herabsetzung des Stromes erteilt.

3. Ladeabschnitt:

Die selbsttätige Herabsetzung des Stromes wird unterbrochen. Das Zeitrelais Z schaltet nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit den Schalter S und somit die Gleichrichteranlage aus.

a = Strom, b = Spannung, c = Säuredichte.

Abb. 2. Kennlinien eines selbsttätig geregelten Ladevorganges.

Die Kennlinien eines solchen selbsttätig geregelten Ladevorganges zeigt Abb. 2, das abhängig von der Zeit den Verlauf von Strom, Spannung und Säuredichte enthält.

Die Verwendung der Gittersteuerung erlaubt neben der stufenlosen Reglung, dem Fortfall mechanischen Verschleißes und dem Vorteil kleiner Massenbewegungen eine sehr viel einfachere Ausführung der selbsttätigen Einrichtung; sie bringt ferner durch den Fortfall der Regelumspanner eine Besserung des Wirkungsgrades mit sich.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Schreibendes Oberwellen-Meßgerät.

Mitteilung der AEG.

Alle Elektrizitätswerke sind heute bemüht, ihre Netze nach Möglichkeit mit einer verzerrungsfreien Spannung zu speisen, da eine oberwellenreiche Spannung erhöhte Verluste im Netz bedeutet und außerdem ungünstig auf die Dämpferwicklungen der Stromerzeuger einwirkt. Diese Aufgabe ist nicht immer ohne weiteres zu erfüllen, weil die Größe der einzelnen Oberwellen von dem jeweiligen Schaltzustand des Netzes abhängt. Beim Zu- oder Abschalten einzelner Netzteile — vor allen Dingen bei stark vermaschten Anlagen — ändert sich die Netz-Eigenfrequenz und damit die Größe der Oberschwingungen; ebenso tritt beim Schalten von gittergesteuerten Gleichrichtern eine Veränderung der Oberschwingungen ein[1]).

AEG K 19676a

Abb. 1. AEG-Oberwellen-Meßgerät.

Zur bequemen Messung der Oberwellen wurde von der AEG vor einigen Jahren ein anzeigendes Oberwellen-Meßgerät (Abb. 1) entwickelt, mit dem die Größe der Oberwellen unmittelbar in V auf der Skala abgelesen werden kann. Im wesentlichen stellt dieses Gerät einen Wechselstrom-Spannungsmesser dar, der in Reihe mit einem abstimmbaren Schwingungskreis liegt (Abb. 2). Da die fünfte, siebente und neunte Oberwelle von besonderem Interesse sind, weist der Schwingungskreis für diese Größen Abstimmungen auf, die in einfacher Weise eingestellt werden können. Der Einfluß der Grundwelle wird durch eine Kunstschaltung beseitigt; der Einfluß der Nachbarwellen durch geeignete Auslegung des Schwingungskreises.

AEG K 36977

Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung des AEG-Oberwellen-Meßgerätes.

Die Messung der Oberwellen läßt Rückschlüsse auf die Form der augenblicklich vorhandenen Spannungskurve zu. Viel aufschlußreicher wird die Messung jedoch, wenn der Meßwert als ununterbrochener Linienzug aufgezeichnet wird; aus diesem Grunde wurden unter Zuhilfenahme der bewährten großen AEG-Spannungsschreiber schreibende Oberwellen-Meßgeräte entwickelt. Da praktisch immer nur eine Oberwelle — in den meisten Fällen die fünfte — besonders wichtig ist, wird der Spannungsschreiber mit einem festen Schwingungskreis für diese Harmonische vereinigt. Durch geeignete Auslegung des Schwingungskreises beeinflussen Grund- und Nachbarwellen, ebenso kleine Frequenzschwankungen das Meßergebnis nicht. Desgleichen sind bei der gewährleisteten Meßgenauigkeit von ± 3% vom Skalenendwert die auftretenden Temperaturschwankungen ohne Bedeutung. Die Skala wird üblicherweise für 0 ... 24 V ausgelegt.

AEG K 36978

Abb. 3. Schreibendes AEG-Oberwellen-Meßgerät.

Bei der vorgenannten Ausführung ist der Schwingungskreis in den Tintenschreiber eingebaut. Soll außer der fünften Oberwelle auch noch die siebente oder neunte gelegentlich laufend überwacht werden, so kann der Spannungsschreiber auch an Stelle des eingebauten Schwingungskreises einen getrennten Kreis für die genannten Größen erhalten und durch einfache Umschaltung den jeweiligen Wünschen angepaßt werden.

Der AEG-Tintenschreiber Form RG selbst hat ein ferrodynamisches Spannungsmeßwerk und weicht äußerlich nicht von der üblichen Ausführung ab; daher ist es ohne weiteres möglich, das schreibende Oberwellen-Meßgerät für Schalttafelaufbau, Schalttafeleinbau oder auch in tragbarer Ausführung zu liefern.

Der Meßstreifen hat eine nutzbare Schreibbreite von 120 mm. Das Vorschubwerk wird von Hand aufgezogen; es hat bei einer der üblichen Ablaufgeschwindigkeiten von 20, 30, 60, 120 oder 240 mm/h eine Gangdauer von etwa 8 Tagen. Eine selbsttätige Aufwickelvorrichtung nimmt den benutzten Meßstreifen auf.

[1]) s. auch Dr.-Ing. K. Halbach „Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG", ETZ, 56. Jahrg., Heft 38, S. 1045.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Steuerung und Überwachung von elektrischen Beleuchtungsanlagen

Mitteilung der AEG.

In neuzeitlichen Straßenbeleuchtungsanlagen müssen die Lampen von einer Stelle aus beliebig ein- und ausgeschaltet werden können. Das Schalten erfolgt von Hand durch Druckknopfschalter nach einem festliegenden Jahres-Brennkalender, selbsttätig durch Schaltuhren mit astronomischer Zeitverstellung oder mit Fotozellenrelais, die bei Erreichung bestimmter Schalthelligkeiten die Beleuchtungsanlagen steuern.

Das unmittelbare Schalten, d. h. die Steuerung ohne Zwischenschütze bzw. Fernschalter, kann nur in kleinen Anlagen mit geringer Leistung erfolgen. In den meisten Fällen benötigt man Fernschalter, denen jeweils eine Gruppe von Lampen zugeordnet ist und die von einer zentralen Schaltstelle aus über Hilfsleitungen gesteuert werden.

I = Befehlsstelle, d = Druckknopfschalter, g = Störungsanzeiger, E = Ein, A = Aus, S = Störung, m = Meldelampe für Störung, II = Schaltstelle, k = Kipprelais, E = Einschaltspule, A = Ausschaltespule, Ü = Überbrückungsrelais, c = Schaltschütze Cutax, r = Lampenüberwachungsrelais.

Abb. 1. Schaltbild einer ferngesteuerten Straßenbeleuchtungsanlage für Drehstrom.

Die ferngesteuerten Straßenbeleuchtungsanlagen nach dem AEG-Verfahren gestatten über nur eine einzige Steuerader von einer Zentralstelle aus das Ein- und Ausschalten zu jeder beliebigen Zeit, die Anzeige des jeweiligen Schaltzustandes der Lampenstromkreise in den Straßenzügen, eine Überwachung der einzelnen Lampenstromkreise und Störungsmeldung bei Durchbrennen einer Lampe sowie dauernde Überwachung der Steuerleitungen und Drahtbruchmeldung.

Abb. 2. AEG-Fernzeiger für Dreh- oder Gleichstrom.

Die Lampen können infolge der selbsttätigen Störungsmeldung bis an die Grenze ihrer Haltbarkeit ausgenutzt werden; die Kosten der Störungs-Meldeeinrichtungen werden daher durch den geringeren Verbrauch an Lampen ausgeglichen.

Abb. 1 zeigt die Schaltung einer ferngesteuerten Straßenbeleuchtungsanlage für Drehstrom. Durch Betätigung des Druckknopfes E in der Befehlsstelle I erhält die Einschaltspule E des Kipprelais k in der Schaltstelle II Spannung und schaltet die Lampenstromkreise über die Cutaxschütze c ein. Gleichzeitig werden die Lampenüberwachungsrelais r erregt. Der Stromkreis der Meldespule des Fernzeigers g in der Zentrale wird dabei über die Kontakte der Lampenüberwachungsrelais geschlossen. Der Fernzeiger zeigt die Stellung „Ein". Bei Durchbrennen einer Lampe oder bei Drahtbruch öffnet das entsprechende Lampenüberwachungsrelais seinen Kontakt, und die Meldespule des Fernzeigers wird stromlos; der Zeiger geht in die Stellung „Störung". Er schließt dabei einen Hilfskontakt, der die Meldelampe m einschaltet. Nach Beseitigung der Störung geht der Fernzeiger wieder in die Stellung „Ein" zurück. Wird Druckknopf A betätigt, so erhält die Ausschaltspule A des Kipprelais Spannung. Die Cutaxschütze c werden stromlos; damit werden die Lampenstromkreise abgeschaltet. Der Fernzeiger g in der Befehlsstelle bestätigt die Ausschaltung durch Anzeige der Stellung „Aus". Das Überbrückungsrelais Ü ermöglicht die Ausschaltung der Beleuchtung auch beim Bestehen einer Störung. Der Fernzeiger (Abb. 2) kann mit Drehstrom — nach dem Induktionsprinzip — und mit Gleichstrom — als polarisiertes Dreheisenrelais — arbeiten.

Abb. 3. Lampenüberwachungsrelais.

Die Überwachung der einzelnen Lampenstromkreise übernimmt das Lampenüberwachungsrelais (Abb. 3), das als hochempfindliches, elektromagnetisches Drehankerrelais für Gleich- oder Wechselstrom ausgebildet ist; die Wicklung ist mit den zu überwachenden Lampen in Reihe geschaltet. Wenn alle Lampen brennen, hält das Relais mit voller Stromstärke seinen Anker geschlossen. Sobald auch nur eine einzige Lampe erlischt, fällt der Relaisanker ab und öffnet seinen Kontakt.

Abb. 4. Zweipoliges AEG-Quecksilber-Schaltschütz Cutax mit 7 kV größter Schaltleistung.

Als Schalter für die Steuerung einzelner Lampen oder Lampengruppen werden AEG-Quecksilber-Schaltschütze Cutax (Abb. 4) in verschiedenen Ausführungsformen sowie (bei Strömen über 30 A) Fernschalter benutzt. Bei der Wahl der Schütze ist die Schaltleistung zu berücksichtigen.

Die hier beschriebenen AEG-Geräte für Straßenbeleuchtungsanlagen sind einfach aufgebaut und betriebsicher; sie sind bereits in vielen Anlagen in langjährigem Betriebe praktisch erprobt worden*).

*) s. auch AEG-Druckschrift Es/V 2 sowie E. Rasch „Steuerung und Überwachung von elektr. Beleuchtungsanlagen", Elektrizitätswirtschaft Nr. 17, Sept. 1933, und F. Fröhlich „Fernschaltung elektr. Straßenbeleuchtungsanlagen", AEG-Mitteilungen 1934, Heft 11, S. 361.

Stellengesuche

Jüngerer Elektroingenieur

mit guter Allgemeinbildung und leichter Auffassungsgabe sucht neuen Wirkungskreis als Assistent in **Elektrizitätswerk**, Büro, Betrieb oder Außendienst bezw. Revision, Abnahme, Abrechnung, Montage usw. Mehrjährige Berufstätigkeit auf verwandtem Gebiet der Starkstromtechnik bei namhaften Firmen der Elektroindustrie durch gute Zeugnisse und Referenzen nachweisbar. Angebote erbeten unter **E. 6471** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. der Elektrotechnik

ledig, gute Zeugnisse, Sprachkenntnisse, gewandte Umgangsformen, 2 Jahre Praxis als plan. Ing. v. Großantrieben im Bergbau, mit vielseitigen, auch energiewirtschaftlichen Interessen, sucht neuen, ausbaufähigen Wirkungskreis in Industriebetrieb, Überwachungsverein oder Energieversorgung.
Angeb. erb. unt. **E.6486** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Kaufmann

20 Jahre in leitend. Stellung. bei Großfirma u. bedeut. Industrie- u. Handelsunternehmung., zähe, energisch, zielbewußt, repräsentativ, mit reichen Erfahrungen auf allen einschlägig. Gebieten, besonders Verkaufs- u. Vertreterorganisation, nachweisl. zufriedenstellende Erfolge, in Fach- u. Kundenkreisen bestens bekannt u. eingeführt, **sucht** seinen Kenntn. u. Fähigkeit. entsprech. **verantwortungsvollen Wirkungskreis** als Verkaufsleit., Prokurist o. ähnl. Post. Erstkl. Ref.
Ang. erbet. unt. **E. 6479** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Dipl.-Ing.

34 Jahre, Arier, zielbewußt, energisch, selbständig, Organisator, **hat:** über 8 Jahre Praxis (T. H.-Assistent, Elektrizitätswerke, Elektro-Großindustrie); reiche Kenntn. u. Erfahrungen in der Starkstromtechnik mit Grenzgebieten des Schwachstromes; Spezialkönnen in Meßtechnik (einschl. Prüf- u. Zählerwesen), Elektro-Bahnen, Elektro-Wärme, Elektro-Wirtschaft u. Projektierung; Überblick über die VDE-Vorschriften; gute physikal. Auffassungsgabe; wirtschaftlich-konstruktive Gestaltungskraft; Gewandtheit in Wort und Schrift; sichere Umgangsformen; beste Zeugnisse und Empfehlungen; Führerscheine;
wünscht: leitenden Posten mit großer Verantwortung, wo das vorstehend Angegebene weitestgehend eingesetzt werden kann (Lebensaufgabe!). Angebote erbeten unter **E. 6491** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing., 27 J., led., SS-Mann, Absolv. einer höh. techn. Lehranst., mehrj. prakt. Arbeit als Schlosser u. Elektriker, bisher u. a. im Elektr.-Werk, bes. Freileitgs.- u. Schalthausbau, Kabelverlegg. sowie Zählereichung u. als Konstrukteur f. Elektro-Inst.-Mater. tätig, sucht sich bis spät. 1. 4. 36 zu veränd. Mögl. E-Werk od. ähnl. Betrieb. Angeb. bis spät. 5. 2. 36 u. **E. 6489** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektrotechniker

33 J., Absolv. d. Ing. Schule Mannheim, etwa 5 J. Praxis, sucht passende Stellung. Da schon einige Jahre arbeitslos, bin ich auch bereit, die ersten 4 Wochen ohne Entgelt zu arbeiten. Mitgl. der SA u. des DLV. Arisch. Offerten erb.: **Julius Melbert, Lauda,** Poststr. 157. [6474]

Neue Meßgeräte für Montage und Installation

Mitteilung der AEG.

Jeder Elektrotechniker, dem daran liegt, seine Kunden zufriedenzustellen und sich vor lästigen Beanstandungen zu schützen, sollte einige Betriebs-Meßgeräte besitzen. Hierzu zählen vor allen Dingen ein Isolationsmesser mit Kurbelinduktor und ein Spannungsmesser für Gleich- und Wechselstrom, beide in mechanisch widerstandsfähiger Ausführung, mit denen er die von ihm erstellten oder überholten Anlagen auf ihre einwandfreie elektrische Beschaffenheit prüfen kann.

Abb. 1. AEG-Taschen-Isolationsmesser.

Für alle, die bisher die Anschaffungskosten für gute Geräte dieser Art scheuten, oder denen es zu lästig war, die nicht immer handlichen Geräte zum Kunden mitzunehmen, stellen die nachstehend beschriebenen AEG-Meßgeräte eine willkommene Neuerung dar.

Der Taschen-Isolationsmesser mit Kurbelinduktor (Abb. 1) zeichnet sich durch geringe Abmessungen (105 × 160 × 65 mm) und besondere Preiswürdigkeit aus. Trotz dieser Eigenschaften genügt das Gerät den höchsten meßtechnischen Anforderungen, wie sie im allgemeinen nur an Isolationsmesser höherer Preisstufen gestellt werden. So hat das neue AEG-Gerät ein gutgedämpftes, spannungsunabhängiges Kreuzspul-Meßwerk, d. h. das Meßergebnis ist in weiten Grenzen von der Umdrehungszahl der Induktorkurbel unabhängig. Darüber hinaus fällt das lästige Niederdrücken eines Tasters zur Prüfung der Meßspannung fort. Durch die gute Dämpfung spielt der Zeiger schwingungsfrei auf den Meßwert ein. Die Meßspannung wird in einer Kondensatorschaltung geglättet und ist somit spitzenfrei. Trotz der verhältnismäßig geringen Gesamtabmessungen ist die Skala sehr groß (Skalenbogen 75 mm); sie ermöglicht schnelle und zuverlässige Messungen. Ein angenehmer, ruhiger Lauf des Induktors und die neuen praktischen Anschlußklemmen zeugen von der Sorgfalt, mit der diese Neuentwicklung durchgeführt wurde.

Abb. 2. Montage-Meßgerät.

Den verschiedenen Meßfällen angepaßt, wird der Taschen-Isolationsmesser mit zwei Meßspannungen bzw. Meßbereichen ausgeführt, die 220 V/20 MΩ oder 500 V pro 50 MΩ betragen. Zur Beförderung dient ein mitgeliefertes Stahlblechgehäuse, das auf besonderen Wunsch auch durch eine Ledertasche ersetzt werden kann.

Montage-Meßgeräte (Abb. 2) werden als Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser für Gleich- und Wechselstrom hergestellt. Durch ihren kräftigen Aufbau sind sie gegen rauhe Behandlung weitgehend unempfindlich. Die Meßgenauigkeit liegt innerhalb der für Klasse G der VDE-Vorschriften festgelegten Grenzen. Ebenso wie der Taschen-Isolationsmesser haben die Montage-Meßgeräte ein unempfindliches Isolierstoffgehäuse mit den Abmessungen 80 × 140 × 160 mm.

Abb. 3. Zweiteiliger Koffer.

Bei dem AEG-Taschen-Isolationsmesser ist infolge des in ihn eingebauten Kreuzspul-Meßwerkes — im Gegensatz zu fast allen bislang hergestellten Isolationsmessern mit Kurbelinduktor — eine Verwendung zur Gleichstrom-Spannungsmessung nicht möglich. Ein kleiner Lederkoffer (Abb. 3) mit Isolationsmesser und einem Montage-Spannungsmesser für Gleich- und Wechselstrom bietet dem Praktiker einen sehr erwünschten Meßsatz; dieser liegt im Preise wesentlich günstiger als ein Isolationsmesser, der außer dem Drehspul-Meßwerk einen eingebauten Spannungsmesser für Wechselstrom hat, und stellt darüber hinaus meßtechnisch eine bessere Lösung dar. Für besondere Fälle ist es ohne weiteres möglich, den Meßsatz noch durch einen Weicheisen-Strommesser für Gleich- und Wechselstrom, etwa mit den Meßbereichen 10 und 50 A, zu ergänzen, wobei dann alle Meßgeräte in einem dreiteiligen Koffer untergebracht sind, der außerdem Raum für eine Reihe von Meßschnüren hat.

Fotoelektrische Beleuchtungsmesser.

Mitteilung der AEG.

Die Meßbarkeit des Lichtes ist jedem Beleuchtungstechniker seit mehr als einem Jahrzehnt bekannt. Die Erkenntnis, daß besseres Licht die Arbeitsleistung erhöht und die Augen schont, hat in den letzten Jahren solche Bedeutung erlangt, daß Beleuchtungsmessungen jetzt für jeden Elektrofachmann wichtig geworden sind. Während früher teuere optische Geräte mit einer Vergleichslampe und einem Halbschattengerät, das mit dem Auge auf Gleichheit eingestellt wird, angewandt wurden, ermöglichen fotoelektrische Beleuchtungsmesser eine einfache, völlig objektive Messung, die von der Sehtüchtigkeit des Beobachters unabhängig ist. Die neuzeitlichen fotoelektrischen Beleuchtungsmesser bestehen aus einem Fotoelement (Sperrschichtzelle), das bei Belichtung unmittelbar Strom liefert, der mit einem Mikroamperemeter gemessen wird.

Abb. 1. Fotoelektrischer Beleuchtungsmesser.

Die AEG hat mehrere solcher Geräte herausgebracht:
eine Normalausführung mit zwei Meßbereichen bis 100 und 1000 Lx (Abb. 1),
eine Sonderausführung mit drei Meßbereichen bis 10, 100 und 1000 Lx und
ein Taschen-Luxmeter mit einem Meßbereich bis 3000 Lx.

Für die Messung kleinerer Beleuchtungsstärken, z. B. für die Messung der Straßenbeleuchtung, die nur wenige Lx beträgt, dient die in Abb. 2 dargestellte Sonderausführung mit Vielfachzelle. Dieses Gerät gibt für 10 Lx Vollausschlag und ist durch einen Umschalter auf zwei weitere Meßbereiche bis 100 und 1000 Lx einstellbar. Es eignet sich auch für die Prüfung von Kraftwagen-Scheinwerfern, die nach den neuesten gesetzlichen Bestimmungen in einem Abstand von 100 m gemessen werden.

Abb. 2. Fotoelektrischer Beleuchtungsmesser in Sonderausführung mit Vielfachzelle.

Die spektrale Empfindlichkeit der bei den AEG-Geräten benutzten Selen-Fotoelemente mit Platinvorderelektrode entspricht, wie aus Abb. 3 hervorgeht, weitgehend der Augenempfindlichkeit. Der Höchstwert liegt bei 575 mμ, derjenige der Augenempfindlichkeit bei etwa 555 mμ. Die Empfindlichkeit der Zellen verringert sich ebenso wie die des Auges nach dem roten und blauen Spektralbereich. Wie Versuche gezeigt haben, ist die Anpassung an die Augenempfindlichkeit so gut, daß die Eichwerte für Glühlampen- und Tageslicht bis auf einige Hundertteile übereinstimmen und auch Messungen von Opal- und Klarglaslampen um weniger als 1% abweichen.

Da eine gute zeitliche Unveränderlichkeit für die Fotoelemente nur dann erzielt werden kann, wenn die Beleuchtungsstärke der Zelle einige tausend Lx nicht übersteigt, wird zur Messung großer Beleuchtungsstärken für den Beleuchtungsmesser in Normalausführung ein Sonderfilter verwendet. Mit diesem Filter können Beleuchtungsstärken bis zu 100 000 Lx — d. h. direktes Sonnenlicht — gemessen werden.

Für beide Ausführungen wurde besondere Sorgfalt auf die zweckmäßige Ausführung der Zellenfassung gelegt, auf gute Kontaktgebung sowie auf flachen Rand mit möglichst kleinen Randschatten, so daß das Licht, das unter flachem Winkel auf die Zelle fällt, dem Cosinusgesetz entsprechend zur Messung kommt. Abb. 4 zeigt für das gewöhnliche Gerät eine recht gute Übereinstimmung mit den theoretischen Werten. Die ausgezogene Kurve stellt den theoretischen Cosinuswert dar, die gestrichelte Kurve das Meßergebnis mit der Zelle und die punktierte Kurve das Meßergebnis der Zelle mit dem Platinopalglas-Filter.

I = Augenempfindlichkeit,
II = Zellenempfindlichkeit,
III = Gefilterte Zellenempfindlichkeit.

Abb. 3. Relative spektrale Empfindlichkeit.

Von besonderer Bedeutung ist gegenwärtig die Messung der Beleuchtung des Arbeitsplatzes. Nach den Leitsätzen der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft ist für grobe Arbeit eine Beleuchtung von 50 ... 100 Lx erforderlich, für feine Arbeit eine solche von 1000 Lx, und für sehr feine Arbeiten werden Beleuchtungsstärken bis etwa 3000 Lx empfohlen. Für die Messung derartiger Beleuchtungsstärken genügt ein unempfindlicherer Beleuchtungsmesser mit einem Meßbereich bis 3000 Lx. Ein handliches Taschen-Luxmeter konnte dadurch geschaffen werden, daß die Zelle in dem Gehäuse des Meßgerätes unter dem Deckglas und die Skala auf dem Deckglas selbst angebracht wurden.

a = Sperrschichtzelle mit Filter,
b = Sperrschichtzelle ohne Filter,
c = Theoretischer Wert.

Abb. 4. Abweichung vom Cosinuswert.

Die Beleuchtungsmesser können auch anstatt mit Anzeigegeräten mit schreibenden Geräten oder Drehzählern ausgerüstet werden, so daß es auf diese Weise möglich ist, die zeitliche Lichtsumme zu messen.

Stellengesuche

Elektroingenieur

Spezialist für elektr. Maschinen aller Stromarten, Spannungen und Leistungen, mit langjähriger, erfolgreicher Praxis bei Großfirma (Prüfung, Abnahme), reiche Spezialkenntnisse im Prüfwesen hinsichtlich elektr. und mechan. Beschaffenheit, Kenntnisse der VDE-Vorschriften, absolut durchgebildete, zuverlässige Kraft, beste Zeugnisse u. Empfehlungen, sucht Stellung bei Behörde, Industrie- oder Überlandwerk als Revisions- oder Abnahmebeamter. Angebote erbeten unter **E. 6537** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wer sucht

Umsatzerhöhung, Vertreterkontrolle, regelmäßige Besuche der Kundschaft vom Werk aus. Sehr gute persönliche Beziehungen zu allen deutschen Großhändlern, Behörden usw., z. Zt. bei erster Spezialfirma als Verkaufsleiter tätig, bereise regelmäßig ganz Deutschl. u. einen Teil des Auslandes. Bin z. 1. 4. 1936 frei. Gefl. Zuschr. unt. **E. 6543** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Erster Elektromaschinenfachmann

Oberingenieur

Arier, Mitte 30, langjährige Erfahrung in Berechnung, Konstruktion, Fabrikation, sowie Akquisition bei ersten Großfirmen in leitender Stellung, mit besten Beziehungen zur Kundschaft **sucht** sich zu verändern. Angebote unter **E. 6553** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Junger Elektro-Diplom-Ingenieur (VDE)

Diplomarbeit in Hochspannungs-Meßtechnik, bes. Interesse für Energiewirtschaft, 2 Jahre Praxis bei Großfirma als plan. Ing. von Großantrieben, mit sicheren Umgangsformen und Sprachkenntnissen, gewandt im techn. Schriftverkehr, sucht neuen ausbaufähigen Wirkungskreis. Angebote erbeten unter **E. 6536** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing.

27 J., Spezialist im Elektromaschinenbau, guter Konstrukteur, langjährige Prüffeld- u. Werkstattpraxis, sucht verantwortungsvollen Wirkungskreis als Betriebsleiter oder dergleichen. Gefl. Angebote unter **E. 6545** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wollen Sie etwas

günstig verkaufen? Dann ist das Beste, was Sie tun können die Aufgabe einer „Kleinen Anzeige" in der ETZ. Die hohe Auflage unserer Zeitschrift und ihre allgemeine Verbreitung in Elektrofachkreisen bürgen für den Erfolg.

Stellenangebote

Tüchtiger Konstrukteur

mit Erfahrung in Anlaßgeräten, handbedient und selbsttätig, gesucht zur Unterstützung des Leiters des techn. Büros. Bewerbung mit Zeugnisabschriften und Lichtbild unter Angabe des frühesten Eintrittstermins zu richten unter **E. 6541** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 16

Das Elektrowerkzeug im Handwerksbetrieb

Mitteilung der AEG.

Die immer weiter fortschreitende Verbreitung des Elektrowerkzeugs kommt in besonderem Maße dem Handwerk zugute, da es die Wirtschaftlichkeit des handwerklichen Kleinbetriebes erhöht und dessen Wettbewerbsfähigkeit mit dem Großbetrieb wieder herstellt. Jede Menschenkraft ausschließende Rationalisierung vermeidend, bleibt das Elektro-Werkzeug das ideale Handwerkzeug des neuzeitlichen Handwerksbetriebes; es nimmt dem Bedienenden die ermüdende Arbeit des Antriebes ab und gestattet ihm, seine ganze Aufmerksamkeit der Sauberkeit und Genauigkeit der Arbeit zuzuwenden. Der zeitraubende Betrieb von Brustleier und Bohrknarre gehört der Vergangenheit an, da der heutige Handwerksbetrieb zur Ausführung von Bohrarbeiten zweckmäßig elektrisch betriebene AEG-Handbohrmaschinen mit handlichem Pistolenhandgriff anwendet. Diese sind mit Universalmotor ausgerüstet, also zum Anschluß an verschiedene Stromarten geeignet; daher ist ihre Verwendung auch nicht nur auf die eigene Werkstatt beschränkt, in der sie unter Benutzung von geeigneten Bohrständern auch als Tischbohrmaschinen verwendet werden.

Abb. 1. Universal-Handbohrmaschine mit Widia-Bohrer zum Bohren von Dübellöchern.

Abb. 2. Universal-Handbohrmaschine UEB 6 mit Kurvenschere beim Blechschneiden.

Dem Installateur leisten Handbohrmaschinen in Verbindung mit Widia-Steinbohrern vorzügliche Dienste bei der Verlegung von Leitungen verschiedener Art; denn beim Bohren in Mauerwerk zur Herstellung von Dübellöchern (Abb. 1) und Durchführungen werden gegenüber dem Stemmen von Hand bedeutende Lohnersparnisse erzielt und unnötige Staub- und Geräuschbildungen vermieden. Mit einem Widia-Kronenbohrer schneidet die Handbohrmaschine saubere Löcher in Mauerwerk zum Einbau von 60er und 80er Steckdosen und Schaltern bei Verlegung unter Putz. Die Handbohrmaschinen können ferner im gesamten holzverarbeitenden Handwerk unter Benutzung von Schlangenbohrern (Form Douglas u. a.) als Holzbohrmaschinen verwendet werden. In Verbindung mit Zusatzwerkzeugen wird die elektrische Handbohrmaschine für die verschiedenartigsten Arbeiten nutzbar gemacht. In der Instandsetzungswerkstatt für Kraftwagen verwendet man Handbohrmaschinen mit geeigneten Drahtbürsten zum Entfernen der Ölkohle an Kolbenböden, Motorblöcken, Zylinderdeckeln, Stößelführungen und Ventiltellern, und benutzt sie auch für das Glätten der Zylinderwandungen mit der Ziehschleifahle. Vulkanisierungsanstalten verwenden gleichfalls Universal-Handbohrmaschinen mit Aufrauhfräsern und Stahldrahtbürsten für das Aufrauhen von Laufdecken und Luftschläuchen, sowie zum Entrosten von Felgen.

Der Klempner bedient sich der Handbohrmaschine in Verbindung mit einer biegsamen Welle und Kurvenschere zum Schneiden von Blechen bis 1,5 mm Stärke sowohl im geraden wie im Kurvenschnitt engster Krümmung (Abb. 2).

Abb. 3. Fäustling mit Gummi-Schleif- und Polierkörper beim Nachschleifen eines Holzteiles.

An Stelle des Hand- und Drill-Bohrers tritt der AEG-Fäustling, ein Kleinstelektrowerkzeug, das — mit Fräserfeilen verschiedenster Form und Zahnung ausgerüstet — vom Werkzeugmacher zum Nachfräsen von Gesenken, Kokillen und Matrizen benutzt wird. Beim Ziehen von Ölnuten mit dem Fäustling wird eine Zeitersparnis bis zu 90 % erzielt. Mit einem Polier- und Schleifkörper versehen, übernimmt der Fäustling feine Polier- und Schleifarbeiten, z. B. das Schärfen von Schnitten, während der Modelltischler dieses Werkzeug zum Nachschleifen und Abrunden von Holzmodellen anwendet (Abb. 3).

Mit der AEG-Schraubenziehmaschine werden im holzverarbeitenden Handwerk Holzschrauben eingezogen u. herausgedreht; auch Sechskant- sowie Vierkantmuttern und -Schrauben können aufgesetzt und gelöst werden.

Der Elektro-Gewindeschneider schneidet Gewinde in Durchgangs- und Sacklöcher und läßt nach beendetem Arbeitsgang den Gewindebohrer mit doppelter Drehzahl selbsttätig rückwärts laufen. Alle Anforderungen des Handwerks an eine brauchbare Tischbohrmaschine erfüllt die AEG-Bauart mit weiter Ausladung, großem Bohrhub sowie kräftigem Motor mit dreistufigem Antrieb bei einer Bohrleistung bis zu 12 mm in Stahl.

In keinem handwerklichen Betriebe sollte ferner eine AEG-Werkzeugschleifmaschine zum Schärfen von Werkzeugen und Wendelbohrern fehlen. Die verschiedensten Ausstattungen, die nach Wahl ausgetauscht werden können, machen diese Maschine für jeden Betrieb geeignet. Selbst eine biegsame Welle mit fünfstufigem Antrieb kann aufgebracht werden; dadurch erübrigt sich für manchen Betrieb die Anschaffung eines besonderen Motors mit biegsamer Welle, wie er z. B. zum Gußputzen und Abschleifen von Schweißnähten usw. benötigt wird.

Elektroden-Großkochkessel

Mitteilung der AEG

Bei dem neuen Elektrodenkochkessel, einem mittelbar beheizten Kochkessel Bauart AEG—Küppersbusch (DRP angemeldet), wird der Heizdampf zum Kochen der Speisen durch Elektroden entwickelt, die in ein Wasserbad eintauchen. Der Kochkessel (Abb. 1) besteht aus einem Innenkessel und einem mit diesem dampfdicht verbundenen Außenkessel, dessen unterer Teil die beiden Elektrodensysteme, nämlich die Haupt- und die Hilfselektroden, enthält. Der Raum für die Hilfselektroden ist durch ein Steigrohr mit dem darüber befindlichen Hauptelektrodenraum verbunden. Durch einen unten am Kessel angebrachten Fülltrichter werden die Elektrodenräume mit Wasser gefüllt, und zwar so weit, daß der Hilfselektrodenraum ganz und der Hauptelektrodenraum nur zu einem geringen Teil angefüllt ist.

1 = Sicherheitsventil,
2 = Kontakt-Druckmesser,
3 = Wrasenventil,
4 = Deckel-Verschlußschrauben,
5 = Entleerungshahn für den Innenkessel,
6 = Füllvorrichtung für den Dampfraum,
7 = Wasserstands-Rohrleitung,
8 = Füll-Rohrleitung,
9 = Steigerohr,
10 = Hauptelektroden,
11 = Hilfselektroden,
12 = Anschlüsse für die Elektroden,
13 = Zusatzkessel zum Hilfselektrodenraum,
14 = Niederschlagwasser-Rückgewinnungs-Vorrichtung,
15 = Deckel-Gegengewicht,
16 = Halbselbsttätiger Füll-Schwenkhahn.

Abb. 1. Schnitt durch den Elektrodenkochkessel.

Beim Einschalten nehmen die Hilfselektroden ihre volle Leistung auf, so daß das Wasser im Hilfselektrodenraum schnell zum Sieden kommt und durch den entstehenden Dampfdruck durch das Steigrohr nach oben in den Hauptelektrodenraum gedrückt wird. Dadurch tauchen die Hauptelektroden allmählich in das Wasser ein, und es beginnt die eigentliche Heizdampfentwicklung.

Der Ablauf des Kochvorganges bleibt in den gezogenen Grenzen durch den Druckmesser des Kochkessels, der mit einem verstellbaren Kontakt ausgestattet ist. Wie Abb. 2 zeigt, erfolgt die Stromzuführung zu den Hilfselektroden über ein Schaltschütz, das durch den Druckmesserkontakt gesteuert wird. Erreicht das Kochgut die zum Aufschließen und Garwerden der Speisen nötige Temperatur, der ein bestimmter von Hand eingestellter Dampfdruck entspricht, so schließt sich der Kontakt und unterbricht über das Schaltschütz die Stromzufuhr zu den Hilfselektroden. Nunmehr hört die Dampfentwicklung an den Hilfselektroden auf; das Wasser strömt durch das Steigrohr in den Hilfselektrodenraum zurück und legt die Hauptelektroden frei bis auf einen Rest, der die Dampfentwicklung für die Fortkochstufe aufrechterhält.

Erfolgt aus irgendeinem Grunde eine Abkühlung des Kochgutes, etwa durch Öffnen des Deckels, durch kalte Beigaben oder dergl., so sinkt auch der Dampfdruck, was zur Folge hat, daß sich der Druckmesserkontakt wieder öffnet und das Hilfselektroden-Schaltschütz einschaltet. Es tritt also erneut Dampfbildung an den Hilfselektroden, Überströmen des Wassers, Eintauchen der Hauptelektroden und Heizdampfentwicklung bis zu dem eingestellten Dampfdruck ein.

a = Anschluß der Hauptelektroden,
b = Anschluß der Hilfselektroden,
c = Hauptschaltschütz,
d = Schaltschütz für die Hilfselektroden,
e = Einschaltdruckknopf,
f = Ausschaltdruckknopf,
g = Kontakt-Druckmesser.

Abb. 2. Schaltbild eines vollselbsttätig arbeitenden Kochkessels.

Der Betrieb des Elektrodenkochkessels spielt sich also vollselbsttätig ab, denn bei richtig bemessener Heizwassermenge und einmal eingestelltem Dampfdruck erfolgt das Umschalten auf die Fortkochstufe ohne Zutun des Bedienungspersonals. Der Kochkessel gewährleistet ein bedienungsfreies Fortkochen unter bester Anpassung an die Eigenart der zu behandelnden Speisen. Er hat für den Kochbetrieb in den Küchen von Krankenhäusern, Heilanstalten, Kasernen, Lagern, Kantinen- und Kasinobetrieben u. dgl. größte Bedeutung als Stromsparer, nicht nur wegen der oben beschriebenen, jede Stromverschwendung ausschließenden Betriebsweise, sondern auch wegen seiner kurzen Ankochzeit und vor allem seiner geringen Dauerstromaufnahme. Durch die Wahl eines wärmetechnisch bestgeeigneten Werkstoffes für den Außenkessel (Kupfer) ist es gelungen, den Wirkungsgrad bei den größeren Einheiten auf über 90 % zu steigern.

Auch in bezug auf die Netzbelastung ist der Elektrodenkochkessel ein durchaus erwünschter Stromabnehmer. Er ist an Drehstrom anzuschließen und gewährleistet stets genau symmetrische Lastverteilung. Seine Einschaltleistung ist gering trotz hoher Ankochleistung, denn die Stromaufnahme steigert sich allmählich bis zur Höchstlast, deren Höhe durch Bemessung der Heizwassermenge eingestellt werden kann. Hohe, dem Netz schädliche Stromstöße können also selbst bei größten Anschlußwerten bei dieser Kochkessel-Bauart nicht auftreten.

Stellengesuche

Elektro-Ingenieur, 26 Jahre alt, sucht zum Ausbau eines erweiterten Wirkungskreises selbst., verantwortungsv. Stellung als Betriebs-, Entwurfs- oder Verkaufsingenieur zum 1. 4. oder später, mögl. in oder Nähe Hamburg. Vorhanden sind: Beste Kenntn. und reiche Erfahr. in Konstruktion und Fabrik. von Drehkondensatoren, mehrjähr. Tätigk. in führ. Einzelteilfirma der Rundfunkindustrie. H. T. L. Chemnitz mit Staatsauszeichn. abgeschl., gel. Mechan., 2 jähr. Prüffeldpraxis in gr. Elektro-Maschinenfabrik. Beste Zeugn. und Refer. Ang. erb. unter E. 6588 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer Elektro-Kaufmann (Oberpr.-Reife) gelernt bei den Hackethal-Draht- und Kabelwerken sucht per 1. April

Anfangsstellung

in Fabrikation oder Großhandel. [6599]

Friedrich Koch, Hannover, Josephstr. 27.

Verantwortliche Tätigkeit

von Dipl.-Ing. der Elektrotechnik, 35 Jahre, verheiratet, bei **Industrie, Verkehrs- oder Stromversorgungs-Unternehmen** gesucht. Geboten: Gute technisch-wirtschaftliche Allgemeinbildung; 12 jährige viels. Erfahrung bei Großfirma im Innen- und Außendienst, in Entw. und Ausf. elektr. Anlagen, insbes. elektr. Bahnen, Netzschutz, Fernwirkanlagen; verhandlungsgewandt u. anpassungsfähig; Sprachkenntn., beste Refer. Gesucht: Entwicklungsfähige, angemessen bezahlte Stellung, die den vollen Einsatz einer zielbew. Persönlichkeit erfordert. Ang. unter E. 6589 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

UMSATZSTEIGERUNG

elektr. Apparate und Anlagen (Schwach- od. Starkstrom)

Elektro-Diplom-Ingenieur (VDE)

10 jährige Vertriebserfahrung, 7 Jahre Verkaufsleiter bei Großkonzern, energisch, zielbewußt, **sucht** neuen, ausbaufähigen Wirkungskreis. Angebote unter E. 6592 an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektroing. u. Mstr., 28 J., led., mit erstkl. Zeugn., lehr- u. konzessionsberecht. m. 10j. prakt. Tätigkeit in allen Sparten der Elektrotechn.. Hoch- u. Niedersp., Install. u. Radiotechn., längere Zeit an gr. EW. in Install.- u. Revisionsabt. tätig gew. u. z. Z. als Montageleiter tät., **sucht** pass. Wirkungskr. z. 15. 2. 36 od. später, als Konzessionstr., Montageleit., Revisions-od. Abnahmebeamter, bei EW, Indust. od. Inst.-Gesch. Führerschein f. sämtl. Klassen vorh. Off. u. E. 6496 an die Anz.-Abt. d. ETZ. Berlin W 9, erb.

Elektro-Kaufmann

20 Jahre in leitend. Stellung bei Großfirma u. bedeut. Industrie- u. Handelsunternehmung., zähe, energisch, zielbewußt, repräsentativ, mit reichen Erfahrungen auf allen einschlägigen Gebieten, besonders Verkaufs- u. Vertreterorganisation, nachweislich zufriedenstellende Erfolge, in Fach- u. Kundenkreisen bestens bekannt u. eingeführt, **sucht** seinen Kenntnissen u. Fähigkeiten entsprech. **verantwortungsvollen Wirkungskreis** als Verkaufsleit., Prokurist od. ähnl. Post. Erstkl. Refer. Ang. erbet. unt. E. 6612 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Verhandlungsmöglichkeit zur Leipziger Messe.

Dr.-Ingenieur

der Elektrotechnik (TH Darmstadt und Berlin), 29 Jahre alt. NSDAP-Mitglied, ledig, ungekündigt, bisher tätig in Prüfungs- u. Versuchsanstalten, **sucht** verantwortungsv. u. aufbaufähige Stellung b. größ. Unternehm. a. l. im Kraftwerksbetr. Angeb. mit näheren Angab. über Art d. Stellung und Gehaltsangeb. erbeten unter E. 6585 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer, strebsamer

Elektroingenieur

mit bes. Interesse f. Energiewirtschaft, sucht neuen Wirkungskreis als Assistent in Elektrizitätswerk. Langjährige, erfolgreiche Praxis in der Starkstromtechnik durch gute Zeugnisse und Referenzen nachweisbar. Angebote erb. unter E. 6600 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

35 Jahre alt und ledig, bisher im Kleinmotoren- und Ventilatorenbau als Berechner, Konstrukteur, Prüffelding. u. Betriebsleiter tätig, sucht neuen Wirkungskreis. Angebote erbeten unt. E. 6610 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

INGENIEUR

mit Hochschulbildung, in ungekündigter Position, selbst. Konstrukteur und stellvertr. Betriebsleiter, mit vielseitiger praktischer Erfahrung der allgem. Elektrotechn., insbes. auf dem Gebiet elektr. Kleinmaschinen u. Feinmechanik, sowie Auto- und Motorradbeleuchtung und -zündung, mit besten Zeugnissen und allerersten Referenzen, sucht sich in geeignetes Arbeitsgebiet zu verändern. Gefl. Angebote unter E. 6613 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Kaufm. 30 J. alt, verh., Südd., perf. in allen kaufm. Arbeiten wie Buchführung, Installationsbau u. Stromabrechng., guter Organisator, sucht verantw. Wirkungskreis bei Überlandwerk oder städt. Elektrizitätswerk. Angebote unter E. 6611 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Kaufmann, 29 J., m. best. Zeugn., umfass. Material- u. gt. techn. Kenntn., vertr. m. all. Büroarb., sucht selbstst. entwicklgsf. Post. in mittl. od. Großbetr. a. 1. 4. 36. Franz Burkart, Stuttgart-O., Urbanstr. 97/II [6587]

Ingenieur, 37 Jahre alt. Arier, mit über 10 jähr. Konstrukteurtätigkeit bei führenden Firmen im Bau von Hochspannungsschaltgerät., Transformatoren jeder Art, Strom- u. Spannungswandlern sucht entwicklungsfähige Stellung in Büro oder Werkstatt. Bescheidene Ansprüche, da seit 1932 aus dem Beruf, z. Z. selbst. Ang. u. E. 6590 an die Anz.-Abt der ETZ, Berlin W 9.

REISE-INGENIEUR

guter Verkäufer, 36 Jahre alt. Sachse, z. Z. in Nordwestd. im Großh. mit Ing-Büro beschäftigt, wünscht sich in Lebensstellg. b. Fabr. od. EW z. veränd. Ang. u. E. 6591 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berl. W 9.

Elektr.-Werke

Zählerspez., 28 J., $6^1/_4$ J. Prax. i. Zählerfach, gepr. El.-Techniker u. El.-Mech.-Meister, sucht Stelle als Z.-Techniker, Eichmeister. Z.-Abteilungsleiter, Z.-Revisor, usw. Ang. erb. unter E. 6601 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

36 Jahre, Arier, zielbewußt. sucht neuen Wirkungskreis in **Elektrizitätswerk,** Büro, Betrieb, Revision, Abnahme oder Werbung. Biete eine 10 jähr. Praxis in Installation. Elektro-Großindustrie, Werb. von Elektrowärme - Anlagen jeder Art. Angebote erbeten unter E. 6582 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 16

Elektrolastwagen, die wirtschaftlichen Lastenförderer in den Städten.

Mitteilung der AEG.

Ausschlaggebend für die Wahl der Antriebsart eines zum städtischen Lieferdienst, d. h. zum Haus-zu-Haus-Verkehr bestimmten Fahrzeuges muß die Frage sein: In welcher Zeit kann das zu beschaffende Fahrzeug die erforderliche Anzahl

Abb. 1. AEG-Lieferungsplan für Elektrolastwagen.

Kundenlieferungen durchführen und wie teuer stellt sich dieser Verkehr? Es wird sich dann sehr schnell zeigen, daß das Elektrolastfahrzeug für den Stadt- und Lieferdienst das gegebene Beförderungsmittel ist, da es wegen seiner überlegenen Anfahrbeschleunigung die größere Reisegeschwindigkeit innerhalb der Städte hat. Die AEG hat Elektrolastwagen für 1 ... 6 t Tragfähigkeit nach dem in Abb. 1 gezeigten Lieferungsplan entwickelt. Da es vielfach jedoch empfehlenswerter sein wird, vorhandene Anhängewagen oder bisher pferdebespannte Fahrzeuge in Zukunft durch eine Zugmaschine zu befördern, hat die AEG außerdem Elektroschlepper für Zugleistungen von 10 ... 15 t auf den Markt gebracht (Abb. 2), die als Zug- oder Sattelschlepper lieferbar sind. Im letztgenannten Falle ist über der Hinterachse eine selbsttätige Kupplung mit Trag- und Anlaufrollen angebracht. Falls sich ein Bedarf für Elektroschlepper mit einer Zugleistung von weniger als 10 t herausstellen sollte, so ist eine Entwicklung derartiger Fahrzeuge aus dem entsprechenden Elektrolastwagen vorgesehen.

Abb 2. AEG-Lieferungsplan für Elektroschlepper.

Die Wirtschaftlichkeit des Elektrolastfahrzeuges ist im städtischen Lieferdienst gegenüber den Betrieb mit Kraftfahrzeugen anderer Bauart eine überragende. Durchgeführte Berechnungen auf den verschiedensten Verwendungsstellen haben ergeben, daß z. B. der Elektrolastwagen bei einer Jahresleistung von etwa 18 000 km etwa 15 % geringere Kosten im Jahre je Wagenkilometer verursacht als das am nächstbilligsten arbeitende Fahrzeug. Gegenüber dem mit Benzinmotor arbeitenden 3-t-Lastkraftwagen tritt eine Verbilligung von etwa 25 % ein. Diese Wirtschaftlichkeitsangaben sind von ausschlaggebender Bedeutung und sollten jedes Güter befördernde Unternehmen veranlassen, zu untersuchen, wie es eine Senkung der Beförderungskosten herbeiführen kann.

Abb. 3.
AEG-Elektrolastwagen für 2000 kg Nutzlast für ein Elektrizitätswerk.

Bei der Überlegung, wer hauptsächlich als Verwender von Elektrolastfahrzeugen in Frage kommt, sind neben den Gemeindebetrieben und Energieversorgungsbetrieben (Abb. 3) alle Speditionsbetriebe (Abb. 4) zu erwähnen. Die Stückgutzustellung bedingt einen reinen Haus-zu-Haus-Verkehr, und daher werden die Eisenbahnbetriebe mit eigener Spedition und alle anderen derartigen Unternehmungen Elektrofahrzeuge vorteilhaft verwenden können. Das gleiche gilt von der gesamten Lebensmittelversorgung, den Brauereien und der sonstigen Genußmittelindustrie, den Mühlen, Kohlengroßhandlungen u. a. m.

Abb. 4.
AEG-Elektrolastwagen für 3000 kg Nutzlast im Speditionsbetriebe.

Die Verwendung von Elektrolastfahrzeugen wird erleichtert durch die Maßnahmen der Accumulatoren-Fabrik AG., die sich bereit erklärt hat, in 23 großen Städten Deutschlands den Elektrolastwagenbesitzern Batterien leihweise zur Verfügung zu stellen. Da die Elektrizitätswerke auch immer mehr dazu übergehen, öffentliche Ladestellen einzurichten, wird bald dem Elektrofahrzeugbesitzer die Sorge für die Aufladung und Wartung sowie Neuerhaltung der Batterien abgenommen sein und damit die Benutzung von Elektrolastfahrzeugen erleichtert werden.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Dr.-Ing. VDE, 34 J., mit Erfahrung in der Projektierung, dem Bau und Betrieb von Hoch- und Niederspannungsanlagen, mit besonderen Kenntnissen auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet, **sucht Wirkungskreis im Kraftwerk oder in Überlandzentrale.** Angebote unter **E. 6623** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Kaufmann

Gesellen-Prüfung als Elektroschlosser

32 Jahre alt, ledig, repräsentabel, seit 16 Jahren in nur ersten Industrie- und Großhand.-Firmen der Elektro- und Radiotechnik in leitend. Ein- und Verkaufs- sowie Organisationsposten im Innen- u. Außendienst tätig, Führerschein, sicherer Fahrer, in ungek. Vertrauensstellg., angeseh. Großfirma, sucht sich zum 1. 7., evtl. früher oder spät. in nur leit. Pos., gesund. Unternehm. zu veränd.; beste Zeugnisse u. allererste Referenz., zur Messe in Leipzig. Angebote erbeten unter **E. 6641** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur, verh., 27 J., Fachschulabsolv., gt. Zeugn., Pg., seit einig. J. i. fester Posit. bei führ. Röntgenwerk, firm auf ges. techn. Röntgen- u. einschl. Gebiet. Praxis: Hochspannungst., Labor, Montage, Projekt, Außend., Akquis., sucht neuen Wirkungskr. i. gleich. od. ähnl. Gebiet (E-Werk usw.), i. verantw. Entwicklung.-post. b. entspr. Vergüt. Ausf. Angeb. unter **E. 6616** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Erster Konstrukteur

Gruppenführer für norm., expl.- u. schlagwettergesch. Niedersp.-Schaltapparate, Schaltgeräte u. Verteilungsanlagen, Marine- u. Bahnapparate, Installationsmaterial, guter Organisator, 31 J. **sucht möglichst leitende Stellung.** Angeb. u. **E. 6622** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Hochfrequenzspezialist

Dipl.-Ing., 31 Jahre, arische Abst., mit 6jähr. Laborpraxis im Empfängerbau und Entstörung, sucht größeren Wirkungskreis.

Angebote unter **E. 6628** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 8.

Elektromeister

Berlin, 31, ledig, versiert in Hoch- u. Niederspannung, Fernmelde- u. Radiotechn., Maschinen- u. Autoelektrik, sucht passenden Wirkungskreis oder Beteiligung, auch Geschäftskauf. Angeb. u. **E. 6619** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Kaufm. 30 J. alt, verh., Südd., perf. in allen kaufm. Arbeiten wie Buchführung Installations-, Bau- u. Stromabrechng., guter Organisator, sucht verantw. Wirkungskreis bei Überlandwerk oder städt. Elektrizitätswerk. Angebote unter **E. 6611** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

29 J., verh., Arier, erfolgr. Praxis im Projektieren von elektr. Anlagen u. Montageleitungen, reich. techn. Allgemeinwissen, Kenntn. der VDE-Vorschriften, Organisationstalent, mehrere Jahre bei Großfirmen tätig, beste Referenz., sucht neues Betätigungsgebiet. Angeb. u. **E. 6630** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Zählerrevisor

37 J., in Mitteld. besch., sucht sich zu veränd. Angeb. mit Gehaltsang. u. **E. 6631** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9.

23jähriger, arisch, gelernt im Elektrofach, sucht wegen Berufswechsel **zweijährige**

kaufm. Lehrstelle

Kaufm. Grundkenntnisse durch Handelsschule, nur Groß-Berlin, ohne Entgeld. Angeb. u. **E. 6627** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

ETZ-Einbanddecken des VDE sind die billigste und zweckmäßigste Einbandart für das 1. und 2. Halbjahr 1935 (je RM 2.20), Bezug durch: **VDE/Verlagsabteilung** Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus

Stellenangebote

Für die **Stadtwerke Neustettin** (Gaswerk, Stromversorgung, Wasserwerk und Kanalisation) wird eine

erstklassige Verwaltungskraft

zum 1. 4. 1936 gesucht. Bewerber muß über beste Kenntnisse in der doppelten Buchführung verfügen, Organisationstalent besitzen und den Werkdirektor in allen kaufmännischen Fragen auf Grund praktisch., in einem Versorgungsbetrieb erworbenen Erfahrungen unterstützen können. Die Einstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag. Der Bewerber muß ferner die Gewähr dafür bieten, daß er jederzeit vorbehaltlos für den nationalsozialistischen Staat eintritt, arischer Abstammung und im Falle seiner Verehelichung mit einer Person arischer Abstammung verheiratet ist. Den Bewerbungen sind, unter Angabe der Gehaltsansprüche, ein ausführlicher Lebenslauf, Belege über die bisherige Tätigkeit, unter Beifügung beglaubigter Zeugnisabschriften und über die politische Einstellung (Parteimitgl., Nr., Angehöriger einer N.S.-Formation), einer Erklärung darüber, ob er einer Loge oder logenähnlichen Organisation angehört hat, sowie ein Lichtbild beizufügen. Bewerbungen sind bis zum 1. 3. 36 bei dem Unterzeichneten einzureichen. Persönliche Vorstellung ohne Aufforderung zwecklos. [6637]

Neustettin i. Pom., den 14. Februar 1936.

Der Bürgermeister.

MONTEUR

für leitungsgerichtete Hochfrequenztelefonie und Fernmessung von großem Stromversorgungsunternehmen für Dauerstellung möglichst sofort gesucht. Angebote erbeten unter **E. 6615** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Neuere Entwicklung der Hochspannungs-Schmelz-(HS-)Sicherung

Mitteilung der AEG

Die im Laufe der letzten Jahre entwickelten Hochspannungs-Schmelz-(HS)-Sicherungen der AEG[1]), die bei Durchgangsleistungen bis 2000 kVA Abschaltleistungen von 400 MVA und darüber aufweisen, sind neuerdings in ihrem Gebrauchswert erheblich verbessert worden[2]). Ihr Abschmelzkennzeichen wurde mit einem Energiespeicher ausgestattet, der außer einer besseren Erkennbarkeit des Schaltzustandes die Betätigung von Signal- oder Auslösekontakten oder die unmittelbare mechanische Auslösung von Schaltern ermöglicht; bei ein- oder zweipoligem Durchbrennen der Sicherungen wird eine allpolige Abtrennung veranlaßt, wodurch Störungen wie Zweiphasenlauf oder Drehrichtungsumkehr von Motoren vermieden werden. Ferner wurde der innere Aufbau der HS-Patronen so abgeändert, daß der Schmelzeinsatz am Einbauort ausgewechselt werden kann.

Abb. 1. Rohr und Schmelzeinsatz einer AEG-HS-Patrone mit Energiekennzeichen.

Abb. 2. AEG-HS-Patronen mit Energiekennzeichen. Links betriebsfertige, rechts durchgebrannte Patrone.

Abb. 1 zeigt neben dem Patronenrohr einer HS-Sicherung einen einbaufertigen Schmelzeinsatz. In einer axialen Bohrung des Schmelzleiterträgers, auf den die Schmelzdrähte schraubenlinienförmig aufgewickelt sind, liegt der Kenndraht, ein sehr dünner Widerstandsdraht. Mit diesem in Reihe geschaltet ist ein Zünddraht; dieser ist durch eine geringe Menge zerknallfähigen Stoffes hindurchgeführt, der sich luftdicht abgeschlossen in dem oberen Patronendeckel befindet. Beim Durchbrennen der Patrone verbrennt auch der Zünddraht; dadurch gelangt der ihn umgebende Stoff zum Zerknall und treibt aus dem Patronenkopf einen stiftartigen Kolben heraus, der sich nicht wieder zurückdrücken läßt (Abb. 2).

Ist eine Patrone durchgebrannt, so kann nach Öffnen der unteren Deckel und Ausleeren des Füllmittels der Schmelzeinsatz herausgezogen und durch einen frischen ersetzt werden; nach Einfüllen neuen Füllmittels, das von der Fabrik mitgeliefert wird, werden die unteren Stromzuleitungsfahnen des Einsatzes mit dem neben ihm abgebildeten Zwischendeckel verlötet und die Patrone durch Eindrücken des Schlußdeckels verschlossen. Diese Neuerung ermöglicht, da die Patronenrohre stets wieder verwendet werden können, erhebliche Ersparnisse, auch durch verminderte Lagerhaltung von Ersatz-Einsätzen an Stelle von vollständigen Patronen und durch Wegfall der bisher — bei Wiederinstandsetzung durch die Fabrik — aufzuwendenden Frachtkosten.

1 = Kniehebel, 2 = Speicherfeder, 3 = Kolben des Energiekennzeichens, 4 = Hebel, 5 = Bimetallstreifen, 6 = Hebel, 7 = Stoßstange.

Abb. 3. AEG-HS-Sicherung mit Energiekennzeichen, zusammenwirkend mit Bimetall-Primärauslöser.

Eine bemerkenswerte Anwendung des neuen Abschmelzkennzeichens mit Energiespeicher ist die Verbindung mit Primärauslösern nach dem Bimetallgrundsatz. Bei der in Abb. 3 dargestellten Anordnung entklinkt entweder der Kolben 3 des Energiekennzeichens über den Hebel 4 oder der Bimetallstreifen 5 über den Hebel 6, an dem der Auslösestrom eingestellt werden kann, den Kniehebel 1, der die Speicherfeder 2 gespannt hält. Die sich entspannende Speicherfeder wirkt über die Stoßstange 7 auf einen Kontakt oder eine Schalterauslösung. Bimetallauslöser und Sicherung arbeiten so zusammen, daß der erste bei Überströmen bis zum 6 ... 10fachen des Nennstromes anspricht, während die HS-Sicherung die Unterbrechung größerer Kurzschlußströme besorgt. Die Verwendung des Bimetallstreifens wird hierbei erst dadurch ermöglicht, daß die stark strombegrenzende Wirkung der HS-Sicherung die thermischen und dynamischen Kurzschlußwirkungen von dem an sich wenig kurzschlußfesten Bimetallstreifen fernhält.

[1]) S. auch Lohausen, Hochspannungs-Schmelzsicherungen, AEG-Mitteilgn. 1935, Heft 3, S. 71 und: Die Vorgänge in der Hochspannungs-Schmelzsicherung, AEG-Mitteilungen 1935, Heft 4, S. 148.

[2]) S. auch Lohausen, Neuere Entwicklung der Hochspannungs-Schmelzsicherung, AEG-Mitteilungen 1935, Heft 12, S. 402.

Fernsteuerung gußgekapselter Schaltanlagen

Mitteilung der AEG

Bei der heute schon in fast allen Betrieben durchgeführten Anwendung von elektrischen Einzelantrieben der Maschinen ist auch auf einen zweckmäßigen Ausbau der Schaltanlagen größter Wert zu legen. Gut übersichtlich und wirtschaftlich läßt sich solche Starkstrom-Betriebsanlage durch ein zentrales Zusammenfassen aller Motorschutzschalter für die Antriebsmotoren gestalten. Hierzu müssen die Motorschutzschalter als Fernschalter ausgebildet sein und sich an gußgekapselte Schaltgruppen anbauen lassen. Für die kleineren Stromstärken von 0,5 ... 125 A liefert die AEG Motorschutz-Ölfernschalter Form OSB 16, MSBO 25, MSBO 60 und MSBO 125, die sich schon in sehr vielen Betrieben vorzüglich bewährt haben. (Für Stromstärken von 100 bis zu mehreren 1000 A werden Luftfernschalter verwendet, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden soll.) Die Ölfernschalter werden für 50 und 100 A auch als Sterndreieck-Fernschalter geführt. Sämtliche Ölfernschalter haben dreiphasige Wärmeauslöser, eingebaute Druckknöpfe, Anschluß für Ferndruckknöpfe, Anzeigevorrichtung sowie die Möglichkeit zum Einbau von Wiedereinschaltsperren zum Schutz gegen Pumpen des Schalters bei Fernbetätigung durch Dauerkontakt-Relais oder dgl. Die Schalter Form MSBO 60 und 125 haben außerdem noch dreiphasige magnetische Kurzschlußauslöser mit Schlaganker zum Abschalten höchster Kurzschlüsse. Diese Schalter können in gleicher Ausführung für Stromstärken von 1 ... 125 A geliefert werden.

Abb. 1. Gußeisengekapselte Fernschaltanlage mit Motorschutz-Ölfernschaltern Form OSB 16 für 20 Abzweige, Drehstrom 500 V.

Diese Schalter werden in beliebiger Zahl zu gekapselten Schaltgruppen entsprechend den vorhandenen Maschinen und Einzelantrieben und nach den räumlichen Verhältnissen zusammengefaßt. Die Schalter können an der Anlage selbst oder von mehreren Stellen des Arbeitsplatzes aus betätigt werden. Im letzten Fall wird am Arbeitsplatz Verkürzung der Einricht- und Griffzeiten, sowie erhöhter Schutz des die Maschine bedienenden Arbeiters erreicht. Verriegelungen zum Schutz festgelegter Schaltfolgen und Vermeidung von Fehlbetätigung, sowie Schaltung als Umkehrschalter oder Polwender sind ohne weiteres möglich.

Für die gußgekapselten Anlagen kann somit unabhängig von der Maschinenaufstellung ein geeigneter Platz bzw. Raum gewählt werden, an dem die Übersichtlichkeit und leichte Zugänglichkeit gewahrt sind und die Kabel in einfachster Weise verlegt werden können. Dagegen braucht man bei der Wahl des Aufstellungsortes auf den Schutz der gekapselten Schaltanlagen weniger Rücksicht zu nehmen, da diese aus starkwandigen Gußkasten mit guten Flanschabdichtungen besteht und somit gegen rauhe Beschädigungen, Verschmutzung und Eindringen von Feuchtigkeit und gegen jegliche Bedienungsgefahr gesichert ist.

Abb. 1 zeigt eine gußeisengekapselte Schaltanlage mit einem Zuleitungskabel, das unmittelbar auf die Sammelschienen führt (ein vorgeschalteter Überstromselbstschalter befindet sich an der Hauptverteilung), und 20 Motorschutzfernschaltern Form OSB 16 für die Verbraucher-Stromkreise. Die OSB 16 sind zu je drei Stück zusammengefaßt und mit einem Zwischenkasten, das je 3×3 Sicherungen für den Kurzschlußschutz der einzelnen Abzweige enthält, oberhalb bzw. unterhalb der Sammelschienenkasten angebaut. Die Sicherungen sind hierbei absichtlich in die Zwischenkasten gelegt, um die Sammelschienen und Anschlußklemmen sowie Verbindungsleitungen frei zugänglich zu haben und das Auswechseln von Sicherungen durch bequemeren Deckelverschluß zu erleichtern.

Abb. 2. Gußeisengekapselte Fernschaltanlage mit 17 Motorschutz-Ölfernschaltern Form MSBO 25 und 5 Sterndreieck-Ölfernschaltern Form MSBO/SD 60 für 22 Abzweige in einem Molkereibetrieb, Drehstrom 380 V.

Abb. 2 zeigt die Unterbringung mehrerer Kraft- und Lichtschaltanlagen in einem besonderen Raum. Die Betätigung der an der linken Wand vorn befindlichen Schaltanlage, bestehend aus 17 Motorschutz-Ölfernschaltern Form MSBO 25 und 5 Sterndreieck-Ölfernschaltern Form MSBO/SD 60 für die Abzweige, erfolgt nur von den Betriebsräumen aus. Da von dem Anlagenraum aus der Betrieb nicht übersehen werden kann, sind zum Schutz der Belegschaft und der Maschinen die Druckknöpfe an den Schaltern selbst gesperrt.

Sicher, gut geformt und einfach — also ein Deisting-Gerät!

Mitteilung der Dr. Deisting & Co. G. m. b. H., Kierspe i. Westf.

Sicher — gut geformt — einfach — so sind alle Deisting-Geräte! — Dafür einiges zum Beleg:

Zuerst der Deisting-Doppel-Exzenterschalter!

Der puffernde Anschlag ist weiter verbessert nach D.R.P. Nr. 578 319 und Nr. 601 714!! Die scharfen Schläge des Schalträdchens werden weich aufgefangen; Schaltrad und Sockel von der zerstörenden Wirkung bewahrt! Deshalb aus keramischem Material hergestellt; das hebt die zerstörende Wirkung des Lichtbogens bestens auf.

Deisting hält daran fest, nur eine einzige Drehschaltertype herzustellen: den Doppel-Exzenterschalter; das vereinfacht die Fertigung, vereinfacht die Lagerhaltung, gibt marktfähigen Preis.

Bild 1

Weiter: Deisting-Uni-Unterputz-Serie

Schalter und Steckdosen — eine wesentliche Vereinfachung für den Installateur! Er braucht für die gesamte Unterputz-Verlegung nur noch einen Einsatz mit Zentralplatte. Die Abdeckung dazu wird gesondert lose geliefert, sodaß man bei der Montage die jeweils gebrauchte aufsetzen kann: rund oder viereckig, in Glas oder Isolierstoff, braun oder creme, für Einzel- oder Kombinations-Einbau.

Die Abdeckung paßt nicht nur für den Schalter, sondern auch für Steckdosen, Lichtdrücker und andere in Kombinationen einbaufähige Apparate!

Auch bei Reparaturen kann man mit Unterputz-Einbau arbeiten, weil der Befestigungsring ovale Schlitze hat und somit auch für Schraubenbefestigung paßt.

Weiterer Vorzug des Uni-Systems: für Kombinationen können dabei ganz normale verbleite Unterputz-Dosen verwendet werden.

Der Exzenter-Zugschalter,

im Mechanismus noch weiter verbessert, noch solider und noch leichter von allen Richtungen her zu ziehen.

Vielerlei für den Feuchtraum-Installateur!!

Die Dickhäuter-Apparate, Drehschalter, Zugschalter, Stecker, Abzweigdosen usw. zuverlässig in Isolier-Preßstoff sicher in der Leistung, gut in der Form, einfach und übersichtlich in der Anwendung! Vor allem mit der zuverlässigen Spitzendichtung für alle kabelähnlichen Leitungen, die auch als Doppel-Dichtung auf Mantel und Einzeldrähten die Übergangsstelle vom Schutzmantel zur stromführenden Leitung trockenhält, wenn die angeschlossenen Apparate nicht völlig wasserdicht sind. (Bild 2.)

Bild 2

Billiger und arbeiteinfacher ist auch die neue Abzweigdose geworden. Die Form zweckmäßig weiterentwickelt! Nur noch zwei Deckelschrauben, ohne das darum die Zuverlässigkeit irgendwie leidet. Eine reiche Auswahl für mehrere nebeneinander liegende Leitungen! Keine besonderen Übergangsstücke von einem Stutzen auf zwei Leitungen werden mehr gebraucht! Das gibt der ganzen Anlage saubere Leitungsführung! Durch die Verwendung von Dosen mit zwei nebeneinanderliegenden Stutzen läßt sich häufig an Material sparen, z. B. für die Abzweigung eines Schalters bei einer durchgehenden Leitung und einer nicht in derselben Ebene liegenden Lampe. An Stelle von zwei T-Dosen kommt man oft mit einer Deisting-Dose mit parallelen Stutzen aus. Überdies kann man mit diesen Dosen noch näher an die Decke herangehen. (Bild 3.)

Weiter: Die Kugelschellen

für die Befestigung von kabelähnlichen Leitungen. Lange Auflageflächen, welche den Bleimantel vor Beschädigungen hüten und vor Verletzungen an den Befestigungsstellen! Die Schellen werden für alle vorkommenden kabelähnlichen Leitungen in 4 Größen geliefert von 8—38 mm Fassung. Außen glatte Kugelform; das verhindert die Schmutz- und Staubablagerung! Bei parallel laufenden Leitungen werden die Kugelschellen in zwei Linien versetzt, die daher sehr eng nebeneinander liegen können. (Bild 4.)

Nun eine Deisting-Neuheit: die wasserdichte Kleinarmatur „Dickhäuterchen".

Aus Isolierpreßstoff mit Mignon-Gewinde E 14, die nur 100 mm Höhe und etwa 60 mm Durchm. hat. Geschaffen für kleine Lampen in niedrigen Räumen und für Illuminations- und Werblicht-Daueranlagen.

Dickhäuter-Kombinationen

können in vielerlei Arten zusammengestellt werden z. B. mit Lichtsignal mit kleiner Sicherung für Schuko-Steckdose. Ganz besonders geeignet für den Anbau an Maschinen, wenn eine Phase der Motor-Zuleitung gleichzeitig für Licht gebraucht wird, das macht die Installation wieder einfacher! und vor allem hängen keine störenden, gefährlichen Schnüre von der Decke herab! Mit Dickhäuter installieren heißt sicher und einfach installieren!

Bild 3

Jetzt noch die Ipe-Fassung:

Aus Isolierpreßstoff, eine sehr kleine Form! Dennoch keine nachteilige Veränderung bei Wärmeentwicklung. Der Schirm ist staubdicht und formenschön an der Ipe-Fassung angebracht! Mit besonderem Schirmhalterring an der Kappe und am Mantel.

Auch an der Preßstoff-Herstellung wird bei Deisting planvoll weitergearbeitet.

Verfahren, die an Stelle ausländischer Hölzer und Metalle hochwertige heimische Rohstoffe verwenden. Deisting formt eine große Anzahl von Geräten aus dem neuen Preßstoff. Dabei sind Stücke von 1,20 m Länge! Der Preßstoff M ist in die Typisierung aufgenommen; er zeigt höhere Wärmebeständigkeit und noch höhere Biegefestigkeit als die bereits bekannten Preßstoffe der Type T mit Leinenschnitzelzusatz.

Bild 4

Dies alles und noch viel mehr steht in der Deisting-Arbeitsliste mit vollem Recht unter den Leitworten: „sicher — gut geformt — und einfach"! Das wird auch unmittelbar Ihr Eindruck sein, wenn Sie den Deisting-Stand auf der Frühjahrsmesse ansehen, im Hause der Elektrotechnik, Obergeschoß rechts, Messestand Nr. 137. Prüfen Sie scharf, vergleichen Sie ernstlich, Sie werden bei jedem Deisting-Gerät sagen:

Sicher in der Leistung,
gut in der Form,
einfach in der Anwendung!

Überstromzeitrelais

Mitteilung der AEG.

Die immer größer gewordenen Kurzschlußleistungen der Hochspannungsnetze, sowie die heute sehr kurzen Eigenzeiten der modernen Hochleistungsschalter, die zum großen Teil unter 0,20 s liegen, stellen sehr hohe Anforderungen an die zur Zeit gebräuchlichen Schutzrelais. Die sich ergebenden Forderungen für den Bau neuzeitlicher Relais, die auch unter den verschärften Bedingungen einen einwandfreien Schutz gewährleisten, sind:

Einfacher und übersichtlicher Aufbau, der Fehlerquellen auf eine Mindestzahl herabsetzt,
kräftige Ausführung,
geringe Eigenzeiten, verbunden mit einem möglichst geringen Streuband der Zeitwerke,
geringes Halteverhältnis, um Fehlauslösungen bei nur kurzzeitiger Überschreitung des Ansprechstromes zu verhindern,
prellfreie Kontaktgabe,
geringer Eigenverbrauch, um auch bei kleinen Nennströmen die kurzschlußfesten Stabwandler verwenden zu können,
große Kurzschlußfestigkeit,
große Schaltleistung, um zugehörige Leistungsschalter direkt ohne Verwendung eines Hilfsrelais schalten zu können.

Abb. 1. Einpoliges Überstromrelais mit Fallklappe.

Diese für einen sicheren Überstromzeitschutz selbstverständlichen Forderungen waren die Grundlage für die Entwicklung der neuen AEG-Überstrom- und -Zeitrelais sowie der zwei- und dreipoligen Überstromzeitrelais.

Abb. 1 zeigt das neue Überstromrelais. Das hierfür verwendete Drehankermagnetsystem erfüllt vor allen anderen Magnetbauarten die oben gestellten Forderungen am besten. Sein Eigenverbrauch ist so gering, daß für den Kern Vollmaterial verwendet werden kann. Der Z-förmige Anker bewegt sich zwischen zwei einstellbaren Polen. Beim Ansprechen wird der Anker schlagartig angezogen. Im Gegensatz zum mechanisch festen Anschlag gewährleistet er bis zu 500 A (100facher Nennstrom) eine ruhige prellfreie Endlage. Der günstige symmetrische Aufbau gibt dem Relais eine hohe mechanische Kurzschlußfestigkeit.

Abb. 2. Zeitrelais mit Schleppzeiger.

Die Einstellung der Ansprechwerte erfolgt durch Ändern des Angriffspunktes (Hebelarmes) einer konstant wirkenden Gegenkraft. Der Angriffspunkt am Hebelarm wird durch Drehen einer Spindel verstellt. Eine Fallklappe zeigt das Ansprechen des Relais an.

Die wichtigsten Kennziffern des Überstromrelais sind:

Nennstrom: 5 A,
Einstellbar von: 4 ... 10 A,
Dauernd belastbar mit: 12 A,
Frequenz: 50 und 16⅔ Hz,
Halteverhältnis: 1,1 oder 1,15,
Eigenverbrauch bezogen auf 5 A: bei 50 Hz etwa 2 VA, bei 16⅔ Hz etwa 1 VA,
Kontakte: 1 Arbeits- oder Ruhekontakt,
Zuschaltleistung: bei 220 V Gleichstrom 300 W, max. 1,5 A,
Abschaltleistung: bei 220 V Gleichstrom 40 W induktiv,
Abmessungen: 192 × 153 × 125 mm, Gewicht: etwa 2 kg.

Das neue Zeitrelais (Abb. 2) hat als Betätigungsglied ebenfalls ein Drehankersystem, das mit dem Hemmwerk zusammen in einem Gehäuse übereinander angeordnet ist. Der Drehanker wird durch eine Schraubenfeder in der Ruhelage gehalten und gibt in dieser Stellung der Durchzugfeder des Hemmwerkes eine Vorspannung. Das Hemmwerk läuft also unter Einwirkung der vorgespannten Durchzugfeder sofort ab, sobald diese vom Drehanker freigegeben wird.

Das geringe Streuband des Zeitwerkes ermöglicht es, bei Verwendung von schnellarbeitenden Leistungsschaltern bei dem Überstromzeitschutz der Netze Staffelzeiten von 0,5 s betriebsicher zu beherrschen.

Sämtliche neuen Zeitrelais werden grundsätzlich mit Schleppzeiger geliefert, der anzeigt, ob und wieweit ein Relais abgelaufen ist. Diese Anordnung ist von besonderer Wichtigkeit für den gestaffelten Überstromzeitschutz. Hier kann im Fehlerfalle in der Zentrale oder in der Station, welche die längste Auslösezeit hat, an der Stellung des Schleppzeigers leicht festgestellt werden, welcher Streckenschalter ausgelöst wurde und in welchem Leitungsteil der Fehler zu suchen ist. Dasselbe gilt natürlich auch für alle Netzstationen, denen weitere Schaltstellen nachgeordnet sind.

Die wichtigsten Kennziffern des neuen Zeitrelais sind:

Nennspannung: 110 oder 220 V Gleichstrom (im Relais umschaltbar),
Einstellbar von: 0,4 ... 3,0 s,
0,5 ... 6,0 s,
1,0 ... 12,0 s,
Streuband: 0,1 s bei 0,4 ... 3,0 s,
0,2 s bei 0,5 ... 6,0 s,
0,3 s bei 1,0 .. 12,0 s,
Belastbar: dauernd mit 1,3-facher Nennspannung,
Leistungsaufnahme: 10 W
Kontakte:
1 Hauptkontakt (Arbeitskontakt),
1 verzögerter oder unverzögerter Vorkontakt (Arbeitskontakt),
Zuschaltleistung:
des Hauptkontaktes: 2500 VA bzw. 2500 W, max. 25 A,
des Vorkontaktes: 350 VA bzw. 350 W, max. 2 A,
Abschaltleistung: des Hauptkontaktes:
bei Wechselstrom 2500 VA ohmisch, 1500 VA induktiv,
„ Gleichstrom 500 W „ 300 W „
des Vorkontaktes:
„ Wechselstrom 350 VA ohmisch, 220 VA, „
„ Gleichstrom 75 W „ 45 W, „
Abmessungen: 244 × 161 × 140 mm, Gewicht: etwa 3,8 kg.

Abb. 3. Dreipoliges Überstromzeitrelais.

Die Relais des zwei- und dreipoligen Überstromzeitschutzes setzen sich aus den vorstehend erläuterten Grundteilen zusammen, die jeweils gemeinsam in ein Gehäuse eingebaut werden (Abb. 3). Die elektrischen Eigenschaften sind daher die der bereits beschriebenen Relais.

Die Gehäuseabmessungen sind für das zwei- und dreipolige Überstromzeitrelais: 396 × 204 × 140 mm. Das Gewicht beträgt für das zweipolige Überstromzeitrelais etwa 8,5 kg, für das dreipolige etwa 9,0 kg.

Sämtliche Relais werden in staub- und spritzwassergeschützte Gehäuse eingebaut. Die Gehäuse enthalten jeweils ein großes viereckiges Schauglas, das eine gute Aufsicht auf die Einstellskalen gewährt. Außerdem ist unter dem Schauglas das Kennschild mit der Schaltung und den Nennwerten des Relais sichtbar. Der Anschluß der Relais erfolgt über eine abgedeckte Steatitklemme und kann vorder- und rückseitig erfolgen. Im übrigen entspricht die gesamte Ausführung der Relais in jeder Hinsicht den in Betracht kommenden VDE-Vorschriften.

Stellengesuche

ZÄHLERFACHMANN

sucht ausbaufähigen Wirkungskreis, möglichst als Leiter einer Zählerabteilung. Geboten wird eine **tüchtige energische Arbeitskraft,** welche auf Grund langjähriger, praktischer Erfahrungen bei versch. Eltwerken, im Innen- und Außendienst, mit allen Arbeiten an Zählern für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, Hochspannungsmeßsätzen einschl. Blindverbrauchszählern, Schaltapparaten, Umbau von Eichstationen sowie mit der Erl. der einschl. schriftl. Arbeiten auf das beste vertraut ist. Beste Zeugnisse und Referenzen.

Angebote unter **E. 6722** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. (VDE) Fernmeldetechn. (T. H. Berlin), 36 J., verh., PG., 50% kriegsbeschäd. (Fußamp.), in ungek. Stellung, 8 J. Berufserf. bei Großuntern. als Konstr., Labor.- u. Entw.-Ing. f. feinmech. App., Fernsprechverst. u. Stromvers. f. Verst. u. Meßger., Kenntnisse in angew. Verst.-Techn. u. Patentrecht, 2½ J. nebenber. Fachlehrer, **sucht sich zu verändern.** Angeb. erbet. unt. **E. 6720** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing., 25 Jahre alt Darmstadt 1934 „gut“, seitd. Projekt.-Ing. f. el. Industrieanl., viels. theor. Kenntn., s. s. z. veränd. i. **Entwicklungs-, Prüffeld- od. Betriebstät.** Ang. u. **E. 6707** an die ETZ.

Mechaniker

25 Jahre, beste Zeugnisse, die letzten 4 Jahre eigenes Ladengeschäft, sucht (evtl. mit eign. Auto) feste Stellung. Ang. erb. unt. **E. 6695** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ingenieur

41 Jahre, Verstärkerröhrenbau, elektro-physikalische Meßtechnik, etwas Hochfrequenz, sucht passenden Wirkungskreis, Betr., Labor. Da länger ohne feste Stellg. bescheidene Ansprüche. Gefl. Ang. u. **E. 6728** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Bln. W 9.

Elektro-Ing.

24 J., Arier, z. Z. ungek. in Staatsstellung (Hochfreq. u. Starkstromtechn.) sucht sich z. 1. 4. in entwicklungsfähige Stellung zu veränd. Staatsex. mit Auszeichnung bestanden. Ang. erb. unt. **E. 6732** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung!

Elektroingenieur (Fernmeldetechnik)

25 J. alt, mit 4 J. Lehrz. als Feinmechan. in bedeutend. Firma, Gesellenprüfg., abgeschl. Studium an der HTL, ein Jahr b. ein. d. gr. Firm. Deutschlands in d. Entwicklungsabt. f. Fernsprechgeräte angest., best. vertr. mit den Grundl. der Hochfrequenztechn., sucht sich zu veränd. in verantw. Stllg. a. d. Gebiet der Fernmeldetechn. od. ähnl. Arbeitszwg. Ang. u. **E. 6693** an ETZ.

El.-Ingenieur

30 J., Absolv. Technikum Mittweida, (Prüfung: recht gut), Obersek.-Reife, 4½ Jahre Werkstatt-Praxis, Gesellenprüfung, 3½ Jahre Konstrukteur für el. Maschinen, Apparate und Inst.-Material bei ersten Firmen der El.-Industrie, flotter u. gewissenh. Arbeiter, Führerschein Kl. 3, gute Zeugnisse und Referenzen, sucht entwicklungsf. Stellung in Betrieb, Prüffeld oder Labor. Angebote mögl. mit Gehaltsangabe erbeten unter **E. 6730** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer Elektroingenieur

mit guter Allgemeinbildung und leichter Auffassungsgabe sucht neuen Wirkungskreis als Assistent in Elektrizitätswerk. Büro, Betrieb oder Außendienst. Reiche Kenntnisse und langjährige Berufserfahrungen auf verwandt. Gebiet der Starkstromtechnik durch gute Zeugnisse und Referenzen nachweisbar. Angebote erbeten unter **E. 6740** an die Anzeigenabt. der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Bosch

Wir suchen als **Nachwuchs** — zunächst für Konstruktion und Versuch — **zwei jüngere**, überdurchschnittlich begabte [6708]

DIPLOM-INGENIEURE

der Elektrotechnik.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften bitten wir zu richten an

Robert Bosch A.-G.

T 728, Angestelltenbüro, Stuttgart.

Von größerem Straßenbahnunternehmen Norddeutschlands wird ein junger

Diplom-Ingenieur

(Fachrichtung Elektrotechnik)

in Anfangsstellung gesucht.

Bewerbungen unter Beifügung von Lebenslauf, Nachweis der arischen Abstammung, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Lichtbild sind unter **E. 6741** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9, zu richten.

Für Projektierung und Akquisition von Hoch- und Niederspannungs-Schaltanlagen wird

Elektro-Ingenieur

gesucht. Es kommen nur Bewerber in Frage, welche dieses Gebiet beherrschen. Angebote mit Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin erbeten unter **E. 6706** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen einen erstklassigen, selbständigen

Konstrukteur

für Durcharbeitung und Weiterentwicklung von elektrischen Spezialmaschinen.

Herren aus der Werkzeugmaschinenbranche, möglichst mit Kenntnissen auf dem elektrischen Gebiet, wollen ausführliche Angebote einreichen unter **E. 6692** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wickel-Kleinstromwandler Reihe 0...6.

Mitteilung der AEG.

Der im Jahre 1933 von der AEG entwickelte Kleinstromwandler, Form AL 3b, hat sich wegen seiner gefälligen Form, der günstigen Einbaumöglichkeit und seiner hervorragenden elektrischen Eigenschaften sehr gut eingeführt, so daß sich die AEG entschloß, Wandler nach derselben bewährten Bauart für größere Meßleistungen sowie für größere und kleinere Reihenspannungen herzustellen (Abb. 1).

Die obengenannte Form AL 3b kann nach den Vorschriften des VDE für Betriebspannung bis 3 kV verwendet werden; sie hat eine Prüfspannung von 26 kV, und ihre Nennleistung beträgt 15 VA in Klasse 1. Der neue Wandler Form AL 3c entspricht in seinen äußeren Abmessungen genau der Form AL 3b; seine Nennleistung wurde durch Anwendung der Gegenmagnetisierung auf 30 VA in Klasse 1 bzw. 15 VA in Klasse 0,5 erhöht. In der Isolation entspricht er ebenfalls dem Wandler AL 3 b. In Anlagen, die hinsichtlich der Prüfspannung nach weniger strengen Vorschriften errichtet werden (Ausland), können die Wandler AL 3b und AL 3c über die Betriebspannung von 3 kV hinaus bis etwa 5 kV ohne Bedenken verwendet werden.

Da für inländische gekapselte Anlagen über 3 ... 6 kV eine Prüfspannung von 33 kV vorgeschrieben ist, wurden hierfür die Wandler AL 6b mit einer Nennleistung von 15 VA in Klasse 1 und AL 6c für 30 VA in Klasse 1 bzw. 15 VA in Klasse 0,5 herausgebracht. Die Abmessungen dieser beiden Wandler wurden im Vergleich zu denen der Formen AL 3 vergrößert, um der erforderlichen höheren Prüfspannung und den größeren Schlagweiten Rechnung zu tragen.

Durch weitere Ausdehnung des Fertigungsplans auf Wandler der Reihe 1 entstanden die Formen AL 1b und AL 1c; hierdurch wurden die älteren Wandlerformen CL 1 und PL 1 durch zeitgemäße Ausführungen ersetzt. Der Wandler AL 1b hat wieder eine Nennleistung von 15 VA in Klasse 1, der Wandler AL 1c dagegen die erhöhte Leistung von 30 VA in Klasse 1 oder 15 VA in Klasse 0,5.

Die sechs vorstehend angeführten Formen sind als Wickelwandler ausgeführt. Zur Isolation zwischen Primärwicklung einerseits und Kern mit Sekundärwicklung anderseits wird Preßstoff mit hoher elektrischer Festigkeit verwendet; insbesondere ist dadurch die Schlagbiegefestigkeit höher als bei den sonst üblichen keramischen Isolierstoffen. Der primäre Isolierkörper besteht aus zwei Teilen; auf den einen Teil, der etwa zylindrisch geformt und an beiden Enden mit Abschirmflanschen versehen ist, wird die Primärwicklung aufgebracht, die bei kleineren Stromstärken aus Draht, bei größeren aus Kupferband besteht. Die Primäranschlüsse sind an den gegenüberliegenden Schmalseiten dieses Isolierkörpers angeordnet. Das zweite Isolierstück hat die Form einer Wanne und wird zur Isolation der Primärwicklung gegen den Eisenkern mit den Abschirmflanschen des anderen Isolierteiles verbunden. Durch die Zweiteilung des Isolierkörpers wird die Herstellung der Primärwicklung wesentlich erleichtert; beide Isolierteile werden durch den Eisenkern selbst zusammengehalten. Der Spulenkörper für die Primärwicklung läßt sich infolge Verwendung von Preßstoff so genau ausführen, daß eine Verschiebung in axialer Richtung vollständig ausgeschlossen ist. Bei Kurzschlüssen kann daher auch keine Verschiebung der konzentrisch angeordneten Primär- und Sekundärwicklung in axialer Richtung eintreten, wodurch eine hohe dynamische Festigkeit der Wandler erreicht wird.

AEG K 36894 a

Form AL 0 AL 1b AL 1c AL 3b AL 6b

Kleinstromwandler.

Den Abschluß der Entwicklungsgruppe bildet der Kleinstromwandler AL 0 der Reihe 0 für Betriebspannungen bis 750 V, Prüfspannung 3 kV. Der Wandler wiegt nur 1,25 kg und leistet trotz der gedrängten und knappen Auslegung noch 5 VA in Klasse 1 und 15 VA in Klasse 3. Infolge seines geringen Gewichtes und niedrigen Preises ist diese Form für die Ausfuhr besonders geeignet. Im Gegensatz zu den Wandlern AL 1 ... 6 besteht der Wandler AL 0 aus einem Mantelkern mit Primär- und Sekundärwicklung auf dem mittleren Schenkel; die Wicklungen sind gegen Berührung durch eine Kappe geschützt. Der Kern ist auf einer Grundplatte aus Isolierstoff befestigt, die zugleich die Anschlußklemmen trägt.

Die Abbildung zeigt die Bauformen in der richtigen Reihenfolge, d. h. von Reihe 0 ... 6.

Technische Angaben:

Form	AL 0	AL 1b	AL 1c	AL 3b	AL 3c	AL 6b	AL 6c
Prüfspannung	3 kV	10 kV	10 kV	26 kV	26 kV	33 kV	33 kV
Primärer Nennstrom	50···300 A	5···600 A	5···1000 A	5···600 A	5···1000 A	5···600 A	5···1000 A
Sekundärer Nennstrom	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A
Leistung bei 50 Hz in Klasse 1	5 VA	15 VA	30 VA	15 VA	30 VA	15 VA	30 VA
Thermische Festigkeit	60	60	90	100	90	100	90
Dynamische Festigkeit	150	150	150	200	200	200	200

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Stellenangebote

Elektrische Sondergeräte für die Bodenorganisation von Flughäfen.

Mitteilung der AEG

Bei der Energieversorgung von Flughäfen spielt die Elektrizität eine hervorragende Rolle. Um bei Störungen im Netz den lebenswichtigen Flughafenbetrieb voll aufrechterhalten zu können, werden Notstromzentralen erstellt. Neuerdings werden diese Notstromaggregate nicht nur ortsfest, sondern auch fahrbar gebaut — für den Fall, daß einzelne Teile des Flughafen-Kabelnetzes oder auch sonstige zentrale Speisepunkte zerstört werden;

Abb. 1. Fahrbare Notstromerzeugungsanlage.

eine fahrbare Anlage bietet den Vorteil, in der unmittelbaren Nähe der Stromverbraucher eingesetzt werden zu können.

Abb. 1 zeigt ein derartiges AEG-Notaggregat, das aus einem Benzinmotor und einem Drehstromerzeuger besteht. An der Stirnseite des Aggregates befinden sich Trommeln mit aufgewickelter hochbiegsamer Leitung zum Anschluß an die zu speisende Flugzeughalle usw. Das Fahrgestell erhält Lenkachsen, ist also mit größeren Geschwindigkeiten zu fahren.

Um die Energie auf dem Platz behelfsmäßig schnell auf die einzelnen Stromverbraucher zu verteilen, ist von der AEG noch eine besondere ortsveränderliche Stromverteilung (Abb. 2) entwickelt worden, die aus einer leicht beweglichen Trommel mit aufgewickelter Leitung zur Stromzuführung besteht. Am Kopf dieser Verteilung sind mehrere Steckdosen angebracht, denen die Energie für Licht und Kraft über Stecker entnommen wird; die einzelnen Steckdosen sind entsprechend abgesichert.

Weitere AEG-Sondergeräte sind für die elektrische Vorwärmung von Flugzeugmotoren sowie für das Aufpumpen von Flugzeugreifen geschaffen worden. Das Anwärmen der Flugzeugmotoren vor dem Start wird durch Anblasen mit heißer Luft durchgeführt. In einem fahrbaren Gerät für insgesamt 12 kW Leistung befinden sich Heizstäbe, über welche die Luft durch einen Lüfter geblasen wird. Die auf rd. 100° C erhitzte Luft wird dann durch Schläuche den einzelnen Motoren des Flugzeuges zugeführt. Die Motoren werden mit einer Persenning abgedeckt, so daß die heiße Luft langsam an den Motorteilen vorbeistreicht. Im allgemeinen sind schon im Verlauf einer halben Stunde die wichtigsten Motorteile (Zylinderwandungen, Ölwanne und Vergaser) warm genug, um den Motor anspringen zu lassen; der lästige Bremslauf im Stand wird vermieden.

Abb. 2. Ortsveränderliches Stromverteilungsgerät.

Zum Aufpumpen von Flugzeugreifen dient ein Gerät mit motorisch angetriebenem Verdichter, der die Luft in den Flugzeugreifen drückt. Die Leistung des Motors beträgt rd. 500 W, der höchste Überdruck rd. 12 atü. Solche Motorluftpumpen können leicht zu jedem Flugzeug gefahren werden; sie ersparen also die unbequemen, langen Anschlußschläuche für Druckluft.

Für Nachtlandungen dienen Befeuerungsgeräte wie: Ansteuerungsfeuer, Hindernis- und Umrandungsfeuer, Landerichtungsanzeiger sowie Landebahnleuchten. Die Geräte haben hochwertige optische Teile, sofern eine besondere Lichtverteilung notwendig ist. Das als Ansteuerungsfeuer benutzte Drehfeuer (Abb. 3) hat z. B. einen Glasparabolspiegel von 60 cm Durchm. und 250 mm Brennweite; es besteht vollständig aus Leichtmetallguß. Dieses Drehfeuer wird mit einer Glühlampe von 1500 W, 55 V betrieben und hat selbsttätige Lampenwechselvorrichtung. Besondere Streuer sorgen für die notwendige Lichtverteilung in der waagerechten und senkrechten Ebene. Der Umspanner für den Betrieb der Glühlampe ist im Sockel eingebaut. Die Blitzfolge solcher Drehfeuer beträgt durchschnittlich 4 s; der Antrieb erfolgt durch Elektromotor. Die Tragweite dieser Feuer beträgt bei gut sichtigem Wetter 70 km und mehr.

Abb. 3. Drehfeuer.

Besonderes Interesse finden in der jüngsten Zeit die Landebahnleuchten, die mit Glühlampenleistungen von 10...26 kW sowohl ortsfest als auch fahrbar hergestellt werden. Diese Leuchten erhellen das Rollfeld auf eine Tiefe von mehreren 100 m vollständig gleichmäßig, ermöglichen also dem Flugzeugführer das Erkennen des Bodens bei der Landung. Seit einiger Zeit im Gange befindliche Versuche, Quecksilberdampflampen an Stelle von Glühlampen zu verwenden, sind bis jetzt erfolgversprechend verlaufen.

Einhebelsteuerung für Werkzeugmaschinen.

Mitteilung der AEG

Für kleinere und mittlere Werkzeugmaschinen, die von einer Stelle aus bedient werden, verwendet man an Stelle von Druckknopfsteuerungen die Einhebelsteuerungen, deren Hauptvorteil in der einfachen und sinnfälligen Bedienungsweise liegt. Mit einem einzigen Bedienungselement, das in seiner Form den übrigen Bedienungshebeln der Werkzeugmaschine angepaßt wird, kann jede Abhängigkeits- und Reihenschaltung ohne zusätzliche Hilfsschütze erfolgen. Bei der Druckknopfsteuerung ist es nach erfolgter Betätigung eines Druckknopfes nicht möglich, den eingeleiteten Vorgang am Bedienungselement selbst zu erkennen. Der Einhebel-Steuerschalter bleibt im Gegensatz hierzu in seiner Betriebstellung stehen und zeigt dadurch an, welches Kommando zur Zeit ausgeführt wird.

Abb. 1. Tischumkehrschaltung.

Für Schleif- und Fräsmaschinen, bei denen die Tischbewegung erst nach Einschaltung des Hauptantriebes erfolgen soll, ergibt der Einhebel-Steuerschalter eine besonders einfache Bedienung (Abbildung 1). Wird der Schalter 1 von „Aus" nach rechts oder links in die „Vorwärts"- oder „Rückwärts"-Stellung gebracht, so erfolgt die Einschaltung des entsprechenden Schützes 2 oder 3 und des Antriebsmotors 4 und damit die Einschaltung der Tischbewegung in der gegebenen Richtung. In den Endstellungen des Tisches 5 wird der Antrieb durch die Endschalter 6 oder 7 ausgeschaltet; er kann nur durch Umlegen des Einhebel-Steuerschalters in der entgegengesetzten Richtung bzw. „Pendeln" nach der Gegenrichtung eingeschaltet werden. In der Stellung „Pendeln" erfolgt dauernd ein selbsttätiger Richtungswechsel nach bzw. nach Erreichen der Endlage des Hubweges. Betätigung eines Endschalters Durch Anordnung verstellbarer Betätigungsknaggen am Tisch 5 ist eine beliebige Hublänge einstellbar.

Eine Stirn- und Zahnflanken - Schleifmaschine mit Einhebel - Steuerschalter zeigt Abb. 2. Hier ist der Steuerschalter in eine Schalttafel eingebaut, die gleichzeitig Wärmeauslöser zum Schutz der nachgenannten Antriebsmotoren enthält. Für den Stößelantrieb wird ein dreifach - polumschaltbarer Drehstrommotor DB 80/8—4—2 mit 4/6/8 PS, für den Schleifscheibenantrieb ein Motor DB 8/2 mit 2 PS bei 2860 U/min, für den Tischantrieb ein geschlossener Motor mit Mantelkühlung DBM 22/4 mit 2,6 PS bei 1435 U/min und für die Kühlung eine für Schleifmaschinen bewährte Tauch-Elektro-Kühlmittelpumpe K 1 verwendet.

Durch den Steuerschalter wird auf der ersten Betriebstellung zunächst ein Netzschütz u. sofort anschließend der Schleifscheiben-, der Tisch- und der Pumpenmotor eingeschaltet. Auf der zweiten Stellung wird der Stößelantrieb mit der niedrigsten Drehzahl von 750 th. U/min zu- und beim Weiterschalten auf die dritte und vierte Stellung auf 1500 bzw. 3000 th. U/min umgeschaltet. Die Pumpe und der Schleifscheibenmotor können noch durch besondere Druckknopfschalter ausgeschaltet werden, wenn die Einrichtung des Werkstückes erfolgt; das Netzschütz kann durch Begrenzung von Endstellungen und Sicherheitseinrichtungen den gesamten Antrieb jederzeit abschalten.

a = Einhebel-Steuerschalter.

Abb. 2. Selbsttätige Stirn- und Schraubenrad-Schleifmaschine der Deutschen Niles-Werke, Berlin.

Schienenstromwandler.

Mitteilung der AEG.

Die AEG-Schienenwandler der Reihe 0 mit der Bezeichnung ASL 0 werden in fünf verschiedenen Größen a ... e geliefert[1]). Die Größen a, b und c wurden für Primärnennströme von 400 ... 3000 A entwickelt (Abb. 1). Ihr Fenster ist so groß, daß der Kern mit der Sekundärwicklung auf die Schiene geschoben und durch zwei Stifte gesichert werden kann, falls der Wandler ausnahmsweise ohne Primärleiter verlangt wird. Der Aufbau der Sekundärwicklung, die auf beide Kernschenkel verteilt ist, ist symmetrisch; hierdurch wird eine große

Abb. 1. Schienenwandler Reihe 0.

Fremdfeld-Unempfindlichkeit erreicht. Diese Eigenschaft ist besonders in Anlagen mit niedriger Betriebspannung vorteilhaft, in denen der Sammelschienenabstand stets sehr gering ist und die Streufelder sehr groß sind. Der Kern ist bei diesen Wandlern metallisch mit der Schiene verbunden. Der Spulenkörper aus Hartlackpappe übernimmt die Isolation von Kern und Primärleiter gegen die Sekundärwicklung; die Wandler der Reihe 0 werden 1 min lang einer Spannungsprobe von 3 kV unterworfen.

Die Leistung der Größe a für Ströme von 400 ...600A und der Größe b für Ströme von 750 ... 1000 A beträgt 5 VA in Klasse 1 bei 50 Hz und genügt zum Anschluß von einem oder zwei Meßgeräten bzw. Betriebszählern.

Für die Ströme von 1200 ... 3000 A ist der Schienenwandler ASL 0 c mit einer Leistung von 10 ... 60 VA in Klasse 1 bei 50 Hz ausgelegt. Dieser Wandler kann entsprechend den im nächsten Absatz besprochenen Wandlern auch als Umbauwandler geliefert werden.

In derselben Reihe für Betriebspannungen bis 750 V sind für Ströme von 4000 ... 10 000 A die Form ASL 0 d und für Ströme von 12 000 ... 20 000 A die Form ASL 0 e

Abb. 2. Schienenwandler Form ASP 3.

als Umbauwandler entwickelt worden. Da das obere Joch leicht abgenommen werden kann, läßt sich ohne Unterbrechung der stromführenden Schienen der Wandler bequem um diese anordnen. Die Befestigung des Wandlers an dem Sammelschienenpaket ist durch verstellbare Laschen, die sich in weiten Grenzen jedem Sammelschienenquerschnitt anpassen lassen, sehr vereinfacht.

Die Leistung dieser Umbauwandler beträgt 120 VA in Klasse 1 bei 50 Hz. Der sekundäre Nennstrom der Form e ist mit Rücksicht auf die bei offenem Sekundärkreis auftretenden Spannungen auf 10 A hinaufgesetzt worden.

Für Betriebspannungen bis 3 kV liefert die AEG Schienenwandler Form ASP 3 (Abb. 2) in den drei Größen a für 100 ... 800 A, b für 100 ... 1000 A und c für 1200 ... 3000 A. Die Leistung dieser Wandler steigt mit wachsender Nennstromstärke bis 120 VA in Klasse 1 bzw. 45 VA in Klasse 0,5 bei 50 Hz. Zur Isolierung der Stromschiene gegen Kern und Sekundärwicklung dient ein Porzellankörper, der zugleich die Sekundärwicklung mechanisch schützt. Durch den symmetrischen Aufbau und die Verteilung der Wicklung auf beide Schenkel sind auch diese Wandler fremdfeldunempfindlich und können daher auch dicht nebeneinander eingebaut werden. Die Spannungsprobe beträgt 26 kV für 1 min.

Bemerkenswert ist die vielseitige Verwendbarkeit der AEG-Wandler ASP 3. Sie eignen sich nicht nur zum Einbau in die Sammelschienen, sondern können

Abb. 3. Durchführungswandler.

auch mit Füßen zum Aufstellen versehen werden. Sollen sie als Durchführungswandler verwendet werden, so läßt sich ohne weiteres ein Flansch anbringen (Abb. 3).

Sowohl die Schienenstromwandler der Reihe 0 als auch die der Reihe 3 zeichnen sich durch eine sehr hohe Kurzschlußfestigkeit aus. Ihre thermische Festigkeit ist im wesentlichen durch den Querschnitt des Primärleiters bedingt, der wegen der hohen Nennstromstärke sowieso sehr groß ist. Infolge des reichlichen sekundären Kupferquerschnittes und der Sättigung des Eisens liegt die Erwärmung der Sekundärwicklung selbst bei sehr hohen primären Kurzschlußströmen innerhalb zulässiger Grenzen.

Die innere dynamische Festigkeit ist nahezu unbegrenzt, da im Innern der Schienenwandler keine geschlossenen Primärwindungen vorhanden sind und die dynamischen Kräfte des Sekundärstromes sich weitgehend aufheben. Die äußere dynamische Festigkeit hängt nur von der Art des Einbaues bzw. von dem Sammelschienenabstand ab. Sie muß von Fall zu Fall berechnet werden.

[1]) S. die AEG-Druckschriften $\frac{\text{Ms/V}}{\text{TRO/V}}$ 1100, 1115a und 1121.

Ausgleichsätze für Gleichrichteranlagen.

Mitteilung der AEG

Die Energielieferung in Gleichstromnetzen erfolgt von Stromerzeugern aus oder über Umformungseinrichtungen aus einem Drehstromnetz; hierfür werden in zunehmendem Maß Gleichrichter benutzt. Zur Spannungsteilung, wie sie für die Beleuchtung und vielfach auch für Motoren erforderlich ist, dienen dann Ausgleichmaschinensätze, da Gleichrichter keine unmittelbare Spannungsteilung gestatten.

Solche Ausgleichsätze mit oder ohne Verbundwicklung werden meist mit Anlassern in Betrieb genommen. Bei größeren Spannungsschwankungen, wie sie infolge von Kurzschlüssen im Drehstromnetz auftreten können, sind die Ausgleichsätze manchmal gefährdet, und zwar wenn die Gleichspannung den Spannungsänderungen der Drehstromseite folgt. Damit ist vor allem dann zu rechnen, wenn auf der Gleichstromseite Stromerzeuger in nicht ausreichender Größe parallel arbeiten, so daß während der Drehstromstörung die Gleichspannung nicht gehalten werden kann.

Für diese Fälle hat die AEG eine Sonderschaltung zum Grobschalten entwickelt. Ein solcher Ausgleichsatz kann Spannungsstöße bis zu 100 % ohne Gefährdung des Stromwenders vertragen. Es ist naheliegend, dies auch beim Anlauf auszunutzen, da man damit die Anlaßeinrichtung sparen kann.

I, II = Ausgleichsatz, 1, 1' = Verbundwicklungen auf den Polen der Maschine I, 2, 2' = Verbundwicklungen an den Polen der Maschine II, 3 = Hochspannungsschalter, 4 = Gleichstromnetzschalter, A = Auslösespule, Gl = Gleichrichter, R = Überstromrelais, U = Umspanner.

Abb. 1. Neuer Ausgleichsatz für Spannungsteilung an einem Gleichrichter.

Jede Maschine des Ausgleichsatzes erhält zwei Verbundwicklungen, von denen die eine vom eigenen Strom, die andere vom Strom der anderen Maschine erregt wird. Im Anlauf hat man also eine Reihenschaltung von zwei Verbundmotoren, die Verbundwicklungen wirken alle im gleichen Sinn feldverstärkend. Dadurch wird die Einschaltspitze des Anlaufstromes begrenzt; vor allem aber erfolgt das Hochlaufen in sehr kurzer Zeit, so daß die Beanspruchung von Bürsten und Stromwendern in zulässigen Grenzen bleibt.

Nach erfolgtem Hochlauf ist der Maschinensatz zur Spannungsteilung bereit. Die Maschinenströme sind einander entgegengesetzt, so daß sich die Verbundwicklungen gegenseitig aufheben. Natürlich kann man die eine Gruppe von ihnen zwecks geeigneter Spannungshaltung mit größerer Windungszahl auslegen.

Bei den bisherigen Ausführungen liegt die Anlaufzeit zwischen 0,1 und 0,3 s. Der Anlaufspitzenstrom erreicht das 3,5 ... 6fache des Mittelleiterstromes. Beide Werte sind abhängig von der Nachgiebigkeit der Gleichspannung bei solchen Laststößen.

Abb. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild für eine solche Spannungsteilung. Die angegebenen Schutzeinrichtungen für den Maschinensatz sind nur als Beispiel zu betrachten. Es liegt eine gewisse Analogie zum Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer vor. Der Maschinenschutz darf bei den Anlaufstromstößen nicht herausfallen, soll aber anderseits bei unzulässigen Überlaststößen und Dauerüberlastungen abschalten. Hierfür ist ein Motorschutzschalter, Form MSB, mit Wärmeauslösern und magnetischen Schnellauslösern geeignet. Die letztgenannten stellt man z. B. auf den zehnfachen Maschinennennstrom ein, dagegen die Wärmeauslöser etwa wie für normale Maschinensätze.

Der Mittelleiterstrom liegt im allgemeinen bei 10 ... 20 % der Gleichrichternennlast. Somit bleibt der Anlaufspitzenstrom meist unterhalb des Gleichrichternennstroms, zum mindesten unterhalb der normalen Überlastungen. Auch für das Drehstromnetz ist der Anlaufstoß noch tragbar.

Abb. 2 zeigt den grundsätzlichen Verlauf der verschiedenen Kennlinien. Kurve g stellt den Verlauf der zulässigen Gleichrichterbelastung in Abhängigkeit von der Zeit dar. Darüber liegt die Abschmelzkurve s der eingebauten Anodensicherungen, wozu noch ein gewisser Streubereich gehört. In beachtlichem Abstand davon liegen die Anlaufstromkurve a des Ausgleichsatzes und die Auslösekennlinien m des zugehörigen Schutzschalters (m_1 für die magnetischen Schnellauslöser, m_2 für die Wärmeauslöser).

Wie aus den verschiedenen mit Oszillographen durchgeführten Messungen hervorgeht, läuft der Maschinensatz bei Inbetriebsetzung über seine Nenndrehzahl nicht hinaus. Ein Fliehkraftschalter ist also entbehrlich.

Zu berücksichtigen ist auch die Überlastungsfähigkeit der Anlage durch die Höhe des Anlaufspitzenstromes. Weiter ist nachzuprüfen, wie weit die Steifheit der Gleichspannung ausreicht, um dabei Lichtschwankungen zu vermeiden, wenn der anlasserlose Anlauf häufiger betriebsmäßig vorgenommen werden soll.

In größeren Gleichstromnetzen wird die Spannungsteilung oft durch mehrere Einrichtungen besorgt. Sind diese in getrennten Stationen aufgestellt und ist der Abstand zwischen ihnen genügend groß, so bestehen auch bei Kompoundierung keine Bedenken für den Parallelbetrieb. Andernfalls sind die Arbeitskennlinien der verschiedenen Spannungsteiler zu berücksichtigen. Die gewünschte Spannungsteilung erfolgt natürlich erst nach dem Hochlauf des Maschinensatzes. Würde man ihn mit eingeschaltetem Nulleiter und einseitiger Belastung hochlaufen lassen, so ergäbe sich beim Anlauf eine starke Spannungsverschiebung zwischen den Netzhälften, und zwar infolge der zum Anker der als Stromerzeuger arbeitenden Maschine parallel liegenden Belastung; die Gegen-EMK ist zunächst vernachlässigbar. Beim Erreichen der Anlaufstromspitze haben sich aber die beiden Hälftenspannungen bereits erheblich der Spannungsmitte genähert. Bei voller Drehzahl wird dann eine ordnungsgemäße Spannungsteilung erreicht.

s = Mittlere Abschmelzkennlinie der Anodensicherungen, g = Belastbarkeit der Gleichrichter, m_1 = Auslösekennlinie der Schnellauslöser des MSB-Schalters, m_2 = Auslösekennlinie der Wärmeauslöser des MSB-Schalters, a = Anlaufkennlinie des Ausgleichsatzes.

Abb. 2. Stromzeitkurven.

Es ist bereits eine ganze Reihe von Ausgleichmaschinensätzen für Unterstationen von Elektrizitätswerken und für Fabrikbetriebe im In- und Ausland geliefert worden, z. Z. für bis zu 600 A bei 2 × 220 V am Mittelleiter. In allen Fällen haben sich bei der Inbetriebsetzung und auch weiterhin keinerlei Schwierigkeiten ergeben.

Signal- und Steuergeräte für Blindschaltbilder.

Mitteilung der AEG

Zur Überwachung und Steuerung von elektrischen Schaltanlagen sowie von Anlagen mit Rohrleitungen für Gase oder Flüssigkeiten werden heute vielfach Blindschaltbilder verwendet, die ein kleines Abbild der Schaltanlage oder des Röhrenverlaufes geben. Jede Schaltungsänderung in der Anlage wird im Blindschaltbild angezeigt.

Die Leitungszüge des Netzes werden durch schmale Leisten aus Holz oder Metall auf Schalttafeln, Wänden oder Schaltpulten nachgebildet. Die Leistungs- und Trennschalter oder Ventile und Hähne werden durch entsprechende Signal- und Steuergeräte*) dargestellt, deren sichtbarer Teil sich gut in das Blindschaltbild einfügt.

Zur selbsttätigen Stellungsmeldung der Schalter usw. wird der Rückmelder (Abb. 1) verwendet. Aus

Abb. 1. Rückmelder.

der Lage der Fahne gegenüber der Schemaleiste ergibt sich die Schalterstellung. Ergänzt die Fahne den Leitungszug zu einer unterbrechungslosen Linie, so zeigt der Rückmelder die „Ein"-Stellung an; unterbricht sie den Leitungszug durch Querstellung, so wird die „Aus"-Stellung angezeigt. Die schräge Zwischenlage, die bei Unterbrechung der Zuführungsleitungen oder bei schadhaften Schaltern eingenommen wird, deutet also auf eine Störung in der Meldeanlage hin. Im Rückmelder wirken zwei Elektromagnete auf einen Drehanker, auf dessen Achse eine Scheibe mit schwarzer Fahne befestigt ist. Je nachdem der eine oder andere Elektromagnet erregt wird, dreht sich der Anker in zwei um 90° versetzte Stellungen. Sind beide Elektromagnete stromlos, so wird die Scheibe mit der Fahne von einer Feder in die 45°-Stellung gedreht.

Abb. 2. Meldeschalter.

Der Meldeschalter (Abb. 2) wird benutzt, wenn vom Bedienungspersonal eine Bestätigung der eingegangenen Meldung verlangt wird. Der Meldeschalter zeigt demzufolge im Blindschaltbild eine Schalterstellungsänderung nicht selbsttätig an. Eine Änderung des Zustandes der Anlage wird hier durch Aufleuchten einer Lampe gemeldet. Solange die Stellung des Betriebschalters oder des Ventils mit der Lage des Drehgriffes im Blindschaltbild übereinstimmt, bleibt die Lampe dunkel. Ändert der Betriebschalter seine Stellung, beispielsweise durch Auslösung infolge Überlastung, so leuchtet die Lampe auf und weist auf den Stellungsunterschied hin. Durch Drehung des Schalters in die „Aus"-Stellung wird die optische Meldung bestätigt. Die Lampe erlischt zum Zeichen, daß die Stellung des Betriebschalters wieder mit dem Blindschaltbild übereinstimmt. Im Meldeschalter sind ein Drehschalter und eine Meldelampe zu einem einfachen und raumsparenden Melde- und Quittungsgerät vereinigt. Der Knebeldrehgriff betätigt einen am Ende des mattschwarz-lackierten Rohrgehäuses angeordneten Paketschalter. Im Rohrgehäuse selbst ist eine Röhrenlampe so eingebaut, daß zwei im Knebeldrehgriff vorgesehene Fenster aufleuchten können.

*) Siehe auch AEG-Druckschrift Rs/V 1204.

Häufig wird verlangt, daß vom Blindschaltbild aus neben der Überwachung der Anlage auch die Steuerung der Schalter, Ventile oder Hähne erfolgen soll. Hierzu eignet sich der Steuerquittungsschalter (Abb. 3). In diesem sind ein Zugschalter als Steuerorgan, ein Drehschalter als Quittungsorgan und eine Meldelampe derart miteinander vereinigt, daß vor der Tafel nur ein einziges Frontteil erscheint. Der Drehgriff entspricht der Ausführung des Meldeschalters. Um den Drehgriff ist ein Zugring für die Betätigung des Zugschalters angeordnet. Der Drehschalter hat vier Arbeits- und vier Ruhekontakte, so daß jede gewünschte Schaltung vorgenommen werden kann. Für die Steuerung der Betriebs-

Abb. 3. Steuerquittungsschalter.

schalter enthält der Zugschalter zwei kräftige Arbeits- und Ruhekontakte, mit denen die „Ein"- und „Aus"-Magnete der Betriebsschalter unmittelbar betätigt werden können.

Die Abb. 4 und 5 zeigen zwei verschieden ausgeführte Blindschaltbilder eines Abzweiges in einer elektrischen Schaltanlage.

Für ein Blindschaltbild nach Abb. 4 werden nur Rückmelder nach Abb. 1 verwendet. Den Abzweigen von den beiden Sammelschienen zu der abgehenden Leitung ist je ein Trennschalter zugeordnet. Sie werden im Blindschaltbild durch Rückmelder mit kleiner Front dargestellt. Der in der Mitte angeordnete Leistungsschalter wird im Blindschaltbild durch einen Rückmelder mit großer Front wiedergegeben.

Abb. 4. Blindschaltbild mit Rückmeldern.

Abb. 5. Blindschaltbild mit Meldeschaltern und Steuerquittungsschaltern.

Abb. 5 zeigt das gleiche Blindschaltbild mit Meldeschaltern und Steuerquittungsschalter. Der Leistungsschalter wird hier durch den Steuerquittungsschalter nach Abb. 3 dargestellt. Neben der Schalterstellungsanzeige durch seinen Drehgriff und der Meldung einer Änderung der Schalterstellung durch Aufleuchten der Meldelampe kann hier der Leistungsschalter durch Betätigen des Zugringes auch vom Blindschaltbild aus ein- und ausgeschaltet werden. Die Trennschalter werden hier durch Meldeschalter nach Abb. 2 wiedergegeben. Sie zeigen einen Stellungsunterschied durch Aufleuchten der Meldelampe an. Beim Bestätigen dieser Meldung durch Drehen des Knebelgriffes erlischt die Lampe wieder.

Stellengesuche

Kaufm. Leiter
Prokurist
Teilhaber

langj. in leitend. Stellung b. Großfirma u. bedeut. Industrie- u. Handelsuntern., zähe, energisch, zielbewußt, repräsentativ, mit reichen Erfahrungen auf allen Gebieten der Innen- u. Außenorganisation u. nachweisl. zufriedenstell. Erfolgen, in Fach- und Kundenkreisen bestens bekannt und eingeführt **sucht seinen Kenntnissen und Fähigkeiten entspr. verantwortl. Wirkungskreis, u. U. auch als Teilhaber klein. oder mittl. Spezialfabrik. Beste Referenzen.** Angebote erbeten unter **E. 6930** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur

mit reichen Erfahrungen im Betrieb, Bau, Planung und Werbung von Stark- und Schwachstromanlagen in Dampf- und Wasserkraftwerken, Bergbau, Hütten- und Industriewerken, energ. Arbeit. mit gut. Empfehl., 35 Jahre, in fest. Stellg., sucht neu., nur entwicklungsfäh. Wirkungskreis als
Betriebs- oder Montage-Ingenieur für EW oder Industriewerk oder Großfirma.
Angebote unter **E. 6908** an die Anzeigenabteilung der ETZ.

Elektro-Ingenieur

30 Jahre alt, Mitglied der NSRDW, z.Z. in ungekünd. Stellung als Werbeleiter bei mittlerem Unternehmen der Elektro-Industrie tätig, sucht neuen verantwortungsv. Wirkungskreis auf dem Gebiete der Werbung oder des Vertriebes. Ang. erb. unter **E. 6901** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W9.

Kabelfachmann

12 Jahre Praxis bei größeren Werken, Erfahrung in Stark-, Schwachstromkabel und Leitungen, Betrieb und Außendienst, Patentwesen, z. Z. Prüffeldleiter (Obering.), wünscht sich zu verändern. Bevorzugt kaufmännisch-techn. Posten als Verkaufsleiter oder dergl. Angebote unter **E. 6941** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro- und Maschinenkaufmann

29 Jahre, z. Z. auf gehob. Post., umf. kfm. u. techn. Kenntn., sucht entwicklungsfäh. Post. a. 1. 6. 36.
F. Burkart, Stuttgart-O.
[6906] Urbanstr. 97/II

Junger
Elektroingenieur

HTL., mit franz. u. engl. Korrespond. u. gut. Sprachkenntnissen, wünscht pass. Stellg. zum 1. 5. Ang. u. **E. 6900** an die Anzeigenabteilg. der ETZ.

Freileitungsbau

Bauleiter mit 20 jähr. Praxis im Bau von Freileitungen jeder Art sucht Stellung bei Ueberlandwerk od. Baufirma. Ing. Fischer, Bingerbrück a/Rh. Hildegardisstr. 2 a [6935]

Diplom-Ingenieur

mit elektrot. u. volkswirtsch. Stud. u. läng. Praxis sucht als Anfangsstllg. pass. Wirkungskreis bei Behörd. u. Verbänd. od. im Betrieb u. Werbeabtlg. eines E.-Werkes. Ang. erb. u. **E. 6910** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung!

Stellenangebote

Für den Verkauf von **Schaltmaterial** an die Industrie und an Elektrizitätswerke wird von süddeutscher Großfirma je ein tüchtiger

Akquisitions-Ingenieur

mit dem Sitz in Berlin bzw. in Leipzig gesucht.
Angebote unter Beifügung von Lebenslauf, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter **E. 6925/ M. H. 3069** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen zum baldigen Antritt für unsere Berechnungsabteilung einen selbständig arbeitenden

Berechnungs-Ingenieur
für kleine und kleinste Motoren jeder Stromart

mit mehrjährigen Erfahrungen in entwicklungsfähige Stellung, ferner für unsere Schaltanlagenabteilung einen erfahrenen, selbständigen

Konstrukteur

mit entsprechender Praxis bei Großfirmen.
Angebote mit Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderung an **Sachsenwerk, Licht- u. Kraft-Akt.-Ges.**
[6887] Personalabteilung **Niedersedlitz-Dresden**

Zum baldigen Eintritt wird von größerem Überlandkraftwerk Mitteldeutschlands ein

Diplom-Ingenieur

der Fachrichtung „Elektrotechnik" gesucht. In der Praxis erworbene Kenntnisse des Relaisschutzes und die Fähigkeit, Stahlgittermasten für den Leitungsbau zu berechnen (einschl. Post- u. Bahnkreuzungen) sind nachzuweisen. Bewerber, die außerdem Kenntnisse der Fernsteuerung und Fernmessung besitzen, erhalten den Vorzug. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften sind zu richten unt. **E. 6932** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Großes Unternehmen der Elektrobranche
sucht für Rundfunk-Empfangsgeräte

Konstruktions-Chef

der auf Grund seiner Kenntnisse und Erfahrungen einen besonders verantwortungsvollen Posten auszufüllen in der Lage ist. Angebote mit Lebenslauf, ausführlichem Ausbildungsgang (Hochschule), Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten unter **E. 6933** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Konstrukteur mit entsprechender Praxis im Elektromaschinenbau sowie
Berechnungs-Ingenieur mit mehrjähr. Erfahrg. zum bald. Eintr. gesucht. Ang. mit Lichtb., Zeugnisabschr. u. Gehaltsanspr. erbeten. **Rheinische Elektro-Maschinen-**
[6950] **Fabrik GmbH., Krefeld, Postschließfach 321**

AEG-Trockengleichrichter für Speisung kleiner Gleichstrommotoren aus dem Wechselstromnetz.

Mitteilung der AEG.

Bei einer Netzumstellung von Gleichstrom auf Wechselstrom ist zu prüfen, ob es vorteilhafter ist, die Gleichstrommotoren durch Wechselstrommotoren zu ersetzen oder die alte Stromart durch Vorschalten eines Gleichrichters wieder herzustellen. Entscheidend sind der Anschaffungspreis des Gleichrichters im Verhältnis zu dem Preis eines Wechselstrommotors, der Wirkungsgrad des Gleichrichters und seine Lebensdauer. Selbst wenn die Anschaffungskosten des Gleichrichters niedriger liegen als die eines Wechselstrommotors, so kann beispielsweise die Anschaffung eines neuen Motors unter Umständen doch vorteilhafter sein, nämlich wenn der Motor bei hoher jährlicher Betriebstundenzahl nur für eine feste Drehzahl benötigt wird.

a Motor mit fester Drehzahl
b Motor mit veränderlicher Drehzahl

Abb. 1. Motorschaltungen mit AEG-Vorschalt-Trockengleichrichter.

Oft ist der Antriebsmotor jedoch mit anderen kostspieligen Einzelteilen zu einem Ganzen vereinigt, so daß der Ersatz des Gleichstrommotors gleichzeitig einen Ersatz der gesamten Einrichtung bedeutet. Es gibt ferner Antriebe, in denen die leichte Regelbarkeit der Drehzahl des Gleichstrom-Nebenschlußmotors ausgenutzt wird. Wechsel- oder Drehstrom-Kollektormotoren lassen sich zwar ebenfalls entsprechend regeln; aber diese Maschinen sind wesentlich teurer als gewöhnliche Wechselstrom- oder Drehstrommotoren. In solchen Fällen kann die Beibehaltung des Gleichstrommotors mit seinen Regelwiderständen unter Vorschaltung eines Gleichrichters günstig sein.

Bild 1 zeigt eine vollständige Motorschaltung mit AEG-Vorschalt-Trockengleichrichter in der einphasigen Graetzschaltung, die bei kleinen Gleichstromleistungen bis zu etwa 300 W meist angewandt wird. Die Schaltung a) ist bei einem Motor mit fester Drehzahl vorteilhaft, z. B. für Rechenmaschinen, Buchungsmaschinen usw. Ein Gleichrichtergerät dieser Form enthält im wesentlichen einen Umspanner in Sparschaltung, einen Trockengleichrichter in der einphasigen Graetzschaltung, eine einpolige Sicherung und eine Glättungsdrossel, welche die Oberwellen des gleichgerichteten Stromes auf das erforderliche Maß verringert. Primärseitig kann entweder ein doppelpoliger Schalter oder eine Anschlußschnur mit Stecker vorgesehen werden.

Wie schon erwähnt, läßt sich ein Trockengleichrichter nicht nur für die Speisung kleiner Gleichstrommotoren mit fester Drehzahl verwenden, sondern es kann hier, ähnlich wie mit anderen Gleichrichterarten, auch die Drehzahl des Motors bequem geregelt werden, wenn der Umspanner sekundär mit Anzapfungen und einem Stufenschalter versehen ist (Bild 1b), so daß dem Anker verschiedene Gleichspannungen zugeführt werden können. Für die Nebenschlußerregung ist dabei ein besonderer Trockengleichrichter vorzusehen. Oft ist es zweckmäßig, ein Gleichrichtergerät zu verwenden, bei dem sowohl die Sekundärwicklung des Umspanners als auch der Trockengleichrichter in verschiedene Stufen unterteilt sind. Bei Veränderung der Ankerspannung ändert sich dann gleichzeitig der innere Widerstand des Trockengleichrichters, so daß sich auf allen Stufen ein annähernd gleichbleibender Wirkungsgrad bei Vollast und ein nahezu gleicher Drehzahlanstieg bei Laständerungen ergeben. Die Gleichrichtergeräte nach Schaltung b) eignen sich beispielsweise für die Speisung von Motoren an Spinnerei-, Werkzeug-, Wickelmaschinen usw.

Der doppelpolige Ausschalter ist bei allen Gleichrichtergeräten stets in die Wechselstromseite des Gleichrichters verlegt, da in diesem Falle bei plötzlicher Abschaltung des Stromes weder an der Glättungsdrossel noch in der Erregerwicklung schädliche Selbstinduktionsüberspannungen entstehen können; diese Spannungen treffen den Gleichrichter in Durchlaßrichtung an, d. h. der Gleichrichter wirkt für diese Selbstinduktionsspannungen wie ein Kurzschluß der Wicklungen, und die in den magnetischen Feldern aufgespeicherte Energie kann deshalb langsam abklingen, ohne daß die Spannungen gefährliche Höhen erreichen.

Bei Motorleistungen über 300 W werden in der Regel die dreiphasigen Gleichrichterschaltungen bevorzugt, die sinngemäß wie die bereits besprochenen einphasigen Schaltungen ausgeführt sind. In Bild 2 ist ein nach der Schaltung in Bild 1a, jedoch dreiphasig ausgeführter Trockengleichrichter für die Speisung eines Gleichstrommotors mit einer Leistung von 220 V, 10 A dargestellt.

Vor Maschinenumformern haben Gleichrichter allgemein den Vorteil, daß sie kein Fundament benötigen, ferner kein Geräusch und keine Erschütterungen erzeugen,

Abb. 2. Trockengleichrichter für einen Gleichstrommotor 220 V, 10 A mit fester Drehzahl.

da umlaufende Teile fehlen. Der Trockengleichrichter im besonderen zeichnet sich durch große mechanische Festigkeit, durch Vermeidung elektrischer Alterserscheinungen und somit sehr hohe Lebensdauer aus. Er arbeitet mit einem hohen Wirkungsgrad, ist sofort betriebsbereit und erfordert keinerlei Wartung. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der AEG-Trockengleichrichter dort mit Vorteil verwendet wird, wo ein kleiner Gleichstrommotor bis zu einer Leistung von höchstens 2 kW durch einen Wechselstrommotor nicht ohne weiteres ersetzt werden kann, oder dort, wo ein Gleichrichter wesentlich billiger ist als ein neuer Wechselstrommotor; endlich an allen jenen Stellen, an denen die leichte Regelbarkeit der Drehzahl kleiner Gleichstrommotoren geschätzt wird.

Spannungsreglung in Industrienetzen durch Starkstromkondensatoren

Mitteilung der AEG.

Industrienetze mit größerer Ausdehnung sind oft gezwungen, die Betriebspannung an den Kuppelstellen des Netzes oder am Ende längerer Freileitungen auf angemessene Werte zu erhöhen. Diese Notwendigkeit tritt vor allem dann auf, wenn Leistungsfaktor-Verschlechterungen der zu übertragenden elektrischen Energie oder Anschluß von Zusatzbelastung zu erwarten sind.

Da eine Erhöhung der Zentralenspannung mit Rücksicht auf die übrigen angeschlossenen Verbraucher und Netzteile meist undurchführbar ist, sind andere Maßnahmen zu ergreifen. Es ist zwar allgemein bekannt, daß man durch den Einbau von Regelumspannern mit Lastschaltern oder durch regelbare Zusatzumspanner ohne oder mit in Reihe geschalteten Kurzschlußstrom-Begrenzungsdrosseln die Betriebspannung des nachfolgenden Netzteiles je nach den Belastungsverhältnissen im gewünschten Maße erhöhen kann; weniger geläufig ist dagegen die Tatsache, daß man den gleichen Zweck auch durch Einbau von Reihenkondensatoren oder Parallelkondensatoren erreichen kann. Bei dem **Reihenkondensator** handelt es sich um ein im Zuge der Umspanner und Leitungen liegendes Gerät, mit dessen Hilfe man den induktiven Spannungsabfall der Übertragungsorgane als die Hauptkomponente des Gesamtspannungsverlustes teilweise oder ganz zu kompensieren vermag.

Während der Reihenkondensator physikalisch auf einer Spannungsresonanz beim Grundwellenstrom beruht, ist der eine mehr oder weniger vollkommene Stromresonanz herbeiführende **Parallelkondensator** wesentlich vielseitiger. Er bewirkt durch sein Einschalten parallel zu den induktiven Verbrauchern eine Verringerung des Scheinstromes und eine Schwenkung des Stromvektors selbst. Infolge dieser Scheinstromherabsetzung tritt eine Verminderung des von diesem an sämtlichen Übertragungsmitteln hervorgerufenen Ohmschen und induktiven Spannungsabfalles auf. Benötigt man am Ende der Fernleitung eine konstante Spannung, so kann die Zentralenspannung nach erfolgter Blindstromkompensation wesentlich niedriger eingestellt werden als bei Übertragung derselben Wirklast unter niedrigem Leistungsfaktor. Ist dagegen die Spannung der Zentrale mit Rücksicht auf die übrigen Industrieanlagen konstant zu halten, so kann man durch diese Spannungsabfallverminderung die angestrebte Erhöhung der Betriebspannung an der Kuppelstelle bzw. am Ende der Fernleitung erzielen; bei Verzicht auf die Spannungserhöhung läßt sich ohne Verstärkung der Übertragungsmittel eine zusätzliche Belastung anschließen.

Wenn man die am Ende einer längeren Übertragungsleitung herrschende Betriebspannung im voraus rechnerisch erfassen will, so kann man nachstehende Näherungsgleichung benutzen:

$$e_2 = e_1 - (R\, I_2 \cos\varphi_2) - (X_L\, I_2 \sin\varphi_2).$$

Der numerische Gesamtspannungsabfall zwischen Zentrale und Verbraucher besteht demnach aus der Summe der durch den Wirkstrom in dem Ohmschen Gesamtwiderstand und der durch den Blindstrom in den Reaktanzen der Umspanner, Leitungen usw. hervorgerufenen Spannungsabfälle.

Vergleicht man die verschiedenen Spannungsregeleinrichtungen, so spricht zugunsten der Parallelkondensatoren, daß außer der Erhöhung der Netzspannung durch die Blindstromkompensation eine wesentliche **Scheinstromentlastung** der Stromerzeugungs- und Übertragungsorgane eintritt. Eine Verstärkung der Zentralen, Umspanner, Hochspannungsleitungen, Wandler, Leistungsschalter usw. ist daher oft vermeidbar, was beim Einbau von Regelumspannern oder Reihenkondensatoren nicht immer zutrifft. Außerdem ergibt sich infolge der Scheinstromverminderung eine nicht unbedeutende Einsparung an Übertragungsverlusten als weiterer Vorteil. So konnte z. B. der am Ende einer 16,5 km langen 15-kV-Freileitung auf der 5,5-kV-Seite auftretende Spannungsabfall, der bei Übertragung einer fast gleichbleibenden Belastung von 3000 kW bei $\cos\varphi = 0{,}72$ etwa 17% betrug, nach Anschluß einer 5-kV- und 400-V-seitig eingebauten Kondensatorenanlage mit einer Gesamtleistung von 1200 kVA auf den zulässigen Wert von 10 ... 11% herabgesetzt werden (s. Abb.); gleichzeitig ergab sich eine **Ersparnis** von 140 kW bzw. rd. 10 000 RM im Jahr infolge verringerter Übertragungsverluste. Beide Folgeerscheinungen der Blindstromkompensation gaben zusammen mit der Vermeidung einer Verstärkung der Übertragungsleitung den Ausschlag für die Beschaffung der Parallelkondensatoren. Hierzu würden bei Anschluß eines Industrienetzes an ein öffentliches Elektrizitätswerk mit Blindstromtarif naturgemäß noch die sehr erheblichen Vergütungen infolge der Leistungsfaktorverbesserung kommen.

Übertragung von 3000 kW bei verschieden großem Kompensationsgrad.

Bei ausgedehnten Hochspannungs-Kabelnetzen sowie bei Freileitungen von 30 kV und von etwa 50 km aufwärts hat die **Eigenkapazität** der Übertragungsleitungen bereits ebenfalls einen merklichen Einfluß. Diese Eigenkapazität wirkt genau so wie die der Parallelkondensatoren blindstromkompensierend und damit spannungsabfallvermindernd — mit dem einzigen Unterschied, daß eine Hochspannungsleitung eine gleichmäßig über die ganze Strecke verteilte, der Parallelkondensator dagegen eine an einer Stelle zusammengeballte große Kapazität darstellt.

Stellengesuche

Betriebs- und Stromwirtschaftler

ERSTE KRAFT

Elektro-Ingenieur VDE

sucht leitende Stellung bei Überlandwerk, kommunalen Betrieben (Gas, Wasser, EW.), Industrie, eventuell Vertrauensposten mit Einlage. Beste Referenzen und Zeugnisse, 6 Jahre Montage, 4 Jahre Betrieb und Stromwirtschaft. Abgeschlossenes Studium staatliche Hochschule (Köthen). Energischer, zielbewußter Fachmann, Konzessionsträger, verheiratet, 30 J., zur Zeit Betriebswirtschaftler und für die Modernisierung der Kraftanlagen eines großen Industriewerkes tätig. Führerschein und Wagen vorhanden.

Angebote erbeten unter E. 7012 an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Diplom-Ingenieur

32 Jahre alt, mit langjähriger Praxis im Bau und Betrieb von Hoch- und Niederspannungsanlagen, Installation und Werbung, sowie Zählerfachmann, in ungekündigt. Stellung, sucht neuen passenden Wirkungskreis. Angebote unter E. 6979 an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

Werbeleiter (Lehrausweis NSRDW), aus dem Verkauf hervorgegangen, 33 Jahre, strebsam, sachlich, verantwortungsbewußt, an selbständiges Arbeiten gewöhnt, mit allen Fragen des Verkaufs u. der Markenartikelwerbung vertraut, seit mehr als 10 Jahren in elektrot. Fabrik tätig, ungek., sucht Stellg. als

Verkaufs- und Werbeleiter.

Angeb. unt. E. 6996 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erbet.

Erste Kommerz-u. betriebstechn. Kraft

Arier, Ende 30, repr. Erscheinung, 1.72, ledig, weltgewandt, langj. Prokurist und Geschäftsführer in guten Vermögensverhältnissen, rout. Verkäufer mit eigenem Wagen, sucht nach mehrjähriger Auslandspraxis

weites Arbeitsfeld

in gesundem, entwicklungsfähigem Unternehmen, wo spätere Beteiligung, Übernahme o. Einheirat möglich ist.

Zuschriften unt. E. 6982 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur, VDE, Dipl.-Ing. der Elektrotechnik, 40 J., Arier, mit großen Erfahrungen im Elektromaschinenbau und mehrjähriger beratender Tätigkeit in Übersee, pflichtbewußt, verantwortungsfreudig, derzeit in ungekündigter guter Stellung bei führendem Unternehmen der Starkstromtechnik, sucht größeren Wirkungskreis. Zuschriften erb. u. E. 7011 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ing.

mit eig. Wagen und Sitz in Rostock, über 20 Jahre mit Installateuren, Industrie und Behörden H. Mecklenburgs bekannt, sucht entsprechende Position, evtl. Vertretungen i. Motoren, Apparaten, Kühlschränken. Angeb. u. 3506 an „Graphia" Schwerin i. Meckl. [7008]

Elektro-Ing.

35 J., m. langj. Erf. in Projekt. u. Ausführung von Hoch- und Niederspannungsanl., tüchtig.

Akquisiteur

m. Verkaufserfolgen i. Vertrieb von Maschinen u. Apparaten, organisatorisch begabt, sucht sich z. veränd. Gute Zeugnisse. Ang. u. E. 6998 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9, erb.

Dipl.-Elektro-Ingenieur (Diplom Zürich)

sucht Anfangsstellung bei Firma d. Elektro-Branche.

Angeb. u. E. 6990 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9, erb.

Elektro-Diplomingenieur

26 J., zielbewußt m. ausgesproch. Organisationstalent, m. Erfahr. in d. Konstruktion v. Elektromasch. all. Stromart., m. gründl. Kenntn. im Licht- u. Kraftanlagenbau, in Hochspannungs- u. Meßtechnik, sowie elektr. Bahnen u. Elektrizitätswirtschaft, sucht neuen Wirkungskreis in größerer Firma oder Elektrizitätswerk.

Angeb. erbet. u. E. 7007 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Meßingenieur

u. Meister in El.-Install., led., Anfang 30, 5jähr. Tätigkeit in Stark- u. Schwachstromkabelwerk, sucht sich zu verändern. Angeb. u. E. 7013 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9.

Elektroingenieur

VDE, Ex. Friedberg, Praxis, 29 J., Arier, strebsam, gute Auffassungsgabe, schnelles Einarbeiten, sucht sof. Stell. Angeb unt. E. 7016 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9.

Fernmelde-Ingenieur

29 J., 14 Sem. T. H., Vorprüfung, gute Kenntn. i. d. ges. Fernmeldetechn., Hoch- u. Tonfrequ.-Meßtechn., Starkstr.-Prüffeld, Plang. v. Licht- u. Kraftanlag., langjähr. Labortätigk., sucht p. sofort pass. Stellung. Angeb. u. E. 6984 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

36 J. alt, sucht Stellung als

Betriebs-Ingenieur oder Meister.

In Grubenabraum u. Fabrik.-Betrieb firm, in Hoch- und Niederspannung u. Reparatur von Maschinen bewandert.

Angeb. erb. u. E. 7001 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Jünger. Ingenieur

oder

Elektrotechniker

Arier, mit Fachschulbildung und Installationspraxis der 500 M Sicherheit stellen kann für Berlin gesucht. Ansprüche mit Lebenslauf unter E. 6999 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9

SIEMENS

Für das

Niederspannungs-Schaltgeräte-Laboratorium (Versuchsfeld)

suchen wir einen

Elektro-Diplom-Ingenieur

für experimentelle Untersuchungen und Forschungsarbeiten.

Bedingungen: Gute theoretische Kenntnisse (allgemeine Elektrotechnik), Kenntnisse im Bau von Schaltgeräten, vorangegangene Prüffeldtätigkeit oder Nachweis der Eignung für selbständige experimentelle Untersuchungen. Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter Kennwort „Versuchsfeld" erbeten an die [7009]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle

Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Junger Zeichner od. Techn. m. Erfahrungen im Formenbau für Kunstharz-Preß-Material nach Süddeutschland gesucht. Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf u. Gehaltsforderungen unter E. 6995 an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Bühnenregler-Stellwerk im Deutschen Opernhaus, Charlottenburg

Mitteilung der AEG.

Der wichtigste Teil der Lichtanlage eines Theaters ist der Bühnenregler mit seinem Stellwerk, der Rampe, Soffitten, Horizont- und Spielflächenleuchten, Wolkengerät, alle Glühlampenscheinwerfer und noch vieles andere mehr steuert. Einen der größten bisher gebauten Bühnenregler mit insgesamt 4 × 53 Hebeln hat die AEG im Jahre 1935 für den Umbau des Deutschen Opernhauses in Charlottenburg geliefert. Er wurde, um eine besonders bequeme Bedienung zu ermöglichen, in einen Teil mit 4 × 42 und einen weiteren mit 4 × 11 Hebeln unterteilt (s. Abb.). Jede Hebelreihe entspricht einer Farbe der Beleuchtungskörper; die Hebel können einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam durch Handräder in jeder Geschwindigkeit bewegt werden. Die Bedienung ist besonders bei schnellen Lichtänderungen auf der Bühne einfach, denn der Beleuchter braucht dafür vorgesehene auf der Hebelbahn bewegliche Anschläge nur vorher einzustellen und während der Verwandlung die gemeinsamen Handräder zu betätigen, ohne einzelne Hebel gesondert bedienen oder auskuppeln zu müssen.

Der **Aufbau** des Stellwerks ist folgendermaßen eingerichtet: Auf einem geschweißten Stahlguß-Untergestell sind drei gußeiserne Seitenwände in kräftiger U-Profilausführung sowie zwei Mittelwände gleicher Art fest verschraubt und durch die vier Hauptwellen sowie Profileisen nebst zwei Wellen für die Ablenkrollen miteinander verbunden und verstrebt. Auf jeder Hauptwelle befinden sich 45 um 180° drehbare Seilscheiben mit Hebelgriffen, die durch Drehung des Hebelkopfes um 45° nach links in gleichem Drehsinn mit der Welle fest gekuppelt werden können. Durch diese Hebelkopfdrehung werden nämlich zwei zylindrische, in besonderen Führungen laufende Stahlrollen mit elastischem Federdruck gegen ein mit der gemeinsamen Hebelachse fest verbundenes Kupplungsrad gepreßt. Die Reibungsrollen werden zwangsläufig durch an die Seilscheibe des Hebels angegossene Vorsprünge angedrückt, deren Gleitflächen schräg zum Umfange des Kupplungsrades verlaufen, und zwar so, daß keinerlei toter Gang vorhanden ist. Die gekuppelten Hebel rücken sich in der oberen und unteren Endstellung selbsttätig aus, wodurch auch bei verschiedener Einstellung der gekuppelten Hebel die Drehung der gemeinsamen Achse durch seitlichen Handrad- bzw. Schneckenantrieb bis zur Endstellung sämtlicher Hebel fortgesetzt werden kann. Die Anschläge am oberen und unteren Ende der Hebelbahn, welche diese Auslösung der Kupplung bewirken, sind nicht fest, sondern, auf der Hebelbahn durch Fingerdruck gleitend, verstellbar angeordnet; sie sind so gebaut, daß sie bei Gegenlauf der oben erwähnten Reibungsrollen durch Hebelwirkung unbedingt feststehen und somit den Hebel auch in beliebigen Zwischenstellungen selbsttätig entkuppeln. Bei Zurückdrehen der Welle kuppelt sich der Hebel wieder selbsttätig ein. Die Abdeckung der Hebelbahn ist jedesmal mit einer Skala versehen, wodurch der Grad der Lichteinstellung abgelesen und festgelegt werden kann.

AEG K 37252a

Bühnenstellwerk mit 4 × 11 + 4 × 42 Hebeln.

Zu jedem Hebel gehört jedoch nicht nur das oben erwähnte, mit der Hauptwelle fest verbundene Kupplungsrad, sondern dicht daneben eine zweite Scheibe von gleichen Abmessungen, die aber lose auf der gemeinsamen Achse sitzt und durch Umkehrgetriebe und Zahnradübertragung hinter dem Stellwerk im entgegengesetzten Sinne läuft, wenn die Hauptwelle in Drehung versetzt wird. Durch Drehung des Hebelkopfes nach rechts wird nun ein zweites Reibungsrollenpaar gegen die anders laufende Kupplungsscheibe gepreßt, wobei die Kupplung im Gleichlaufsinne mit der Welle sich selbsttätig löst. Der Hebelkopf hat somit drei Stellungen, die durch einen Zeiger deutlich erkennbar sind. In der Mittelstellung kann der Hebel und damit die Seilscheibe beliebig um 180° gedreht werden. Bei Hebelkopfdrehung nach links erfolgt Kupplung mit der Welle im Gleichlaufsinn, während bei Stellung nach rechts die Seilscheibe mit ihrem Hebel entgegengesetzt gedreht wird. Jede Hauptwelle kann durch Hebeldruck mit einem seitlichen Zentralantrieb je nach Belieben für Vorwärts- oder Rückwärtslauf gekuppelt werden; die Gesamtbedienung erfolgt dann durch ein großes Handrad.

Stellengesuche

Technischer Physiker, Dr.-Ing., 33 Jahre, mit 8jähr Praxis (Industrie, Hochschule, Behörde) auf verschiedenen Gebieten der Elektroakustik mit Neigung zu Entwicklung, Forschung und Patentbearbeitung, sucht ausbauf. Stell. in d. Industrie od. bei Behörde. Ang. erb. unt. E. 7037 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektrotechniker (ar.), mit Hochschulbildung auf allen Gebieten der Elektrotechnik (T. H. Darmstadt), mit einjähr. Werkstattpraxis und zweijähr. kaufm. Praxis, sucht Anfangsstellung bei bescheidenen Ansprüchen. Näheres unter E. 7027 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur Starkstromtechnik. T. H. Bln., Prüfung gut, Arbeit sehr gut. 28 J., Führerschein 1 u. 3 b, **sucht Stellung** Angeb. erbet. u. E 7039 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur 24 Jahre alt, 5 Jahre Praxis, 1 Jahr Gas-Wasserwerk, sucht Stellung. Absolv. H. T. L. Angeb. erb. u. E. 7029 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jung. Diplom-Ingenieur mit zehnjähr. Auslandserfahrung im Bau von elektrischen Kleinmotoren (Induktionsmotoren) sucht selbständige Stellung. Angebote unter E. 7061 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

WERBEINGENIEUR

s u c h t neuen Wirkungskreis, in ungekünd. Stellg. beim M.E.W. Seit 7 Jahren erfolgreiche Werbetätigkeit; Entwurf u. Verkauf elektr. Anlagen, insbesondere Werbung für elektr. Herde, Heißwasserspender und Kühlschränke. 28 Jahre. Verhandlungs- u. redegewandt. Ang. u. E. 7067 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Technischer Exportfachmann

Elektro-Dipl.-Ing (VDE), Mitte 30, Pg., mehrj. EW-praxis im Inl., seit 6 Jahr. selbst. Leiter v. Elektro-Großfirmenniederlage in Spanien mit Projektierungs- u. Montageabtlg., erste Referenz., techn. erfahren im Zentralen- u. Industriegeschäft, gewandt in kaufm. Abschlüssen, nachweisbare Erfolge, vertraut mit mod. wirtsch. Verkaufsorganisat. gute Erscheinung, perfekt span., franz., u. englisch, z. Z. ungekündigt, **sucht sich in leitende Stellung mit entspr. Wirkungskreis** in Deutschland oder Ausland, auch Übersee **zu verändern.** Angebote unter E. 7051 an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Textilfachmann, 38 J. alt, Arier, ledig, höh. Textilschule, Examen; Techn. Hochschule, Dipl. Ing.; mehrjähr. Praxis in Textilbetrieben; seit 8 Jahren als Textilspezialist bei elektr. Großfirma, Projektierung, Verkauf, ungekündigt, nachweisbar gute Erfolge, Auslandstätigkeit, spez. Kenntnisse in Wollspinnerei Amerika, Mako; im Nebenfach Papierindustrie, sucht sich zu verändern. Angeb. erb. u. E. 7050 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Bau- u. Betr.- Ing. langj. Obering., firm im Bau u. Betrieb von Hoch- u. Niedersp.-Kabel u. Freiltg., Überl.-, Stadt- u. Industrieanlag., tücht. Verk. sucht neuen Wirkungskr., evtl. Vertretungen. Angeb. erb. u. E. 7040 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Jüngerer **Diplom-Ingenieur** mit mehrjähr. Betriebspraxis als Betriebsassistent für Berliner Kabelwerk **gesucht.** Angeb. unter E. 7036 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer Elektroingenieur

vertraut mit technischen Berechnungen und erfahren im Angebotswesen auf dem Gebiete der elektr. Regelgeräte **gesucht.** Abgeschlossene Fach- oder Hochschulbildung Bedingung. Außerdem

jüngerer Ingenieur

für das Werkstoff- und Normenbüro **gesucht.** Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild u. Gehaltsansprüchen sind einzureichen unter E. 1077 an **Ala, Berlin W 35.** [7054]

Röntgen-Ingenieure

vertraut mit der Aufstellung, Inbetriebsetzung und Ueberwachung von Röntgen-Apparaten und Röntgen-Geräten, erfahren in der Behandlung von Röntgenröhren, für unseren technischen Kundendienst gesucht. Bewerbungen sind mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild zu richten an

[7042] **C. H. F. Müller A. G., Hamburg**
Zentralverwaltung Berlin NW 40, Hindersinstr. 14 (Sekretariat).

Berliner Elektrofirma sucht

KONSTRUKTEURE

für elektrische Maschinen und Apparate, möglichst schon mit entsprechender Bürotätigkeit, aber auch geeignete Anfänger. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Bild, Gehaltsansprüchen und Eintrittstag unter E. 7045 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Tunnelbeleuchtung mit Mischlicht

Mitteilung der AEG

Zu der im Februar 1936 in Garmisch-Partenkirchen stattgefundenen Winterolympia wurde die Verlegung der Reichsstraße 2/86 fertiggestellt. Im Zuge dieser Straße befindet sich bei Eschenlohe ein neuer Tunnel von 230 m Länge, der als geradliniger Stollen mit fast halbkreisförmigem Querschnitt (10 m Sohlenbreite) einen Bergvorsprung durchstößt. Wegen der ungenügenden Festigkeit des Gesteins ist die Tunnelauskleidung mit einer etwa 30 cm starken Betondecke ausgeführt; die Straßenfläche besteht ebenfalls aus hellem Beton. Da diese Straße stark befahren wird — insbesondere war dies während der Olympia der Fall —, wurde in den Tunnel eine ortsfeste Beleuchtung eingebaut.

Abb. 1. Tagesansicht der Tunneldurchfahrt im beleuchteten Zustand

Zur Zeit sind auf der 230 m langen Strecke 7 Brennstellen vorhanden, d. h. der Leuchtenabstand beträgt etwa 35 m (Abb. 1 und 2). Da die Scheitelhöhe des Tunnels 5,7 m beträgt, ergibt sich eine Lichtpunkthöhe von nur etwa 5,25 m. Diese Auslaßanordnung gilt für den vorläufigen Ausbau und gibt noch keine allen Ansprüchen genügende Gleichförmigkeit der Beleuchtung. Später sollen etwa 20 Leuchten verwendet werden, so daß dann mit einem Leuchtenabstand von 10 ... 13 m bei 5,25 m Lichtpunkthöhe einwandfreie Verhältnisse geschaffen werden.

Abgesehen von diesen zur Zeit vorhandenen Mängeln bietet die Tunnelbeleuchtung Eschenlohe manche fortschrittliche Einzelheiten. Vor allen Dingen hat man bei dieser Anlage der Lichtfarbe besondere Beachtung gewidmet. Während der Dunkelstunden spielt die Lichtfarbe für die Verkehrsicherheit keine Rolle, um so mehr jedoch am Tage oder in der Dämmerung. Bei den bisher ausgeführten Tunnelbeleuchtungen zeigten sich trotz sorgfältig ausgearbeiteter Leuchtenanordnung merkliche Mängel, weil sich mit den verwendeten Glühlampen zu bestimmten Tageszeiten das unangenehme Zwielicht nicht vermeiden ließ. Gerade Zwielicht ruft aber ein Unsicherheitsgefühl hervor, das dem Kraftfahrer sehr gefährlich werden kann. Im vorliegenden Fall hat man versucht, diese Frage auf wirtschaftlicher Grundlage zu lösen. Die Möglichkeit hierzu geben die Quecksilberdampflampen Typ HgH, die schon seit Jahren für Straßenbeleuchtung benutzt werden. Im Spektrum dieser Lampen fehlt bekanntlich das Rot. Wenn man nun dem HgH-Licht Glühlampenlicht mit einem Reichtum an roten Strahlen beimischt, so erhält man eine dem Tageslicht ähnliche Lichtfarbe. Wichtig ist dabei, daß die Mischung des HgH- und Glühlampenlichtes mit genügender Vollkommenheit in geeigneten Leuchten erfolgt und auf diese Weise farbige Schatten und Blendung vermieden werden. Da derartige Leuchten heute zur Verfügung stehen, konnte die Tunnelbeleuchtung mit einer dem Tageslicht angeglichenen Lichtfarbe ausgeführt werden. Die Lichtausbeute beträgt hierbei mit 1 HgH 1000-Lampe (275 W, 10 000 lm) + 2 × 150 W-Glühlampen etwa 31 lm/W gegenüber etwa 20 lm/W der bisher üblichen reinen Glühlampenbeleuchtung. Es wird also außer der für diese Zwecke wesentlich günstigeren Lichtfarbe noch eine Steigerung der Lichtleistung um mehr als 50% erreicht. Diese Vorteile bestimmten die maßgebenden Stellen, für den Tunnel Eschenlohe Mischlicht zu verwenden, nachdem eine Probebeleuchtung die erwähnten Vorzüge in der Praxis bewiesen und vor allen Dingen eine gute Übersicht über die Fahrbahn ergeben hatte.

Vielfach besteht die Ansicht, daß eine Tunnelbeleuchtung nur an trüben Tagen bzw. bei Eintritt der Dunkelheit in Betrieb genommen werden muß, weil bei starkem Tageslichteinfall, z. B. von Sonne, der Tunnel im Innern genügend aufgehellt wird. Diese Ansicht ist irrig, denn für verkehrswichtige Tunneldurchfahrten muß zur Vermeidung eines zu starken Gegensatzes zwischen der Helligkeit im Freien und im Tunnelinnern die Beleuchtungsanlage auch an hellen Tagen in Betrieb genommen werden. Teilweise ist aus diesem Grunde sogar eine Verstärkung der Beleuchtung an den Tunneleingängen erforderlich.

Bei den Leuchten (Abb. 1) handelt es sich um geschlossene, ovale, gut streuende Trübgläser mit wetterfest ausgebildetem Oberteil, der als Träger und zur Aufnahme der Fassungen für die Lampe HgH 1000 und die zwei Glühlampen dient. Die zum Betrieb der HgH-Lampen erforderlichen Drosselspulen sind wegen der niedrigen Durchfahrtshöhe nicht in die Leuchte eingebaut, sondern neben dem Auslaß aufgehängt. Der Leistungsaufwand für den ersten Ausbau beträgt 7 × 575 W = 4025 kW. Für diese Anlage sind absichtlich Leuchten mit freistehenden Trübgläsern gewählt worden, weil hierbei besonders am Tage der Gegensatz zwischen Innenbeleuchtung und Außenhelligkeit nicht so groß zu sein scheint. Voraussetzung für eine solche Anordnung ist natürlich, daß die Leuchtdichte der Trübgläser gering ist und nicht etwa während der Dunkelstunden Blendung eintritt.

Abb. 2. Nachtansicht der Tunneldurchfahrt im beleuchteten Zustand

Elektrische Ausrüstungen für Forschungsstätten und Lehranstalten.

Mitteilung der AEG.

Von der AEG sind für die elektrische Ausrüstung von Laboratorien, Lehranstalten und Prüffeldern Maschinen, Umspanner, Regel- und Verteilungs-Einrichtungen sowie Meß- und Prüfgeräte entwickelt worden, die den besonderen Ansprüchen dieses Anwendungsgebietes angepaßt sind.

Im allgemeinen beziehen die Institute ihre elektrische Leistung in einer Stromart, beispielsweise Drehstrom, 380 V, 50 Hz, so daß Umwandlung in die zur Durchführung der verschiedensten Messungen und Versuche benötigten Stromarten erforderlich wird. Hierzu werden neben umfangreichen Sammleranlagen eine Reihe von **Umformern** (Abb. 1) und — neuerdings — Stromrichtern benötigt. — Die Sammler werden zu Gruppen so zusammengestellt, daß die verschiedensten Spannungen und Stromstärken zusammengeschaltet werden können. Hierzu ist von der AEG eine Wählertafel entwickelt, die bei guter Übersichtlichkeit ein fehler- und kurzschlußsicheres Bedienen gestattet. Zum Laden werden je nach der Stromstärke und Spannung der zusammengefaßten Sammlergruppen Umformer, Trockengleichrichter, Quecksilberdampf-Gleichrichter mit flüssiger oder Glühkathode und mit Spannungsreglung durch Anzapfungen am Umspanner oder durch Gittersteuerung verwendet, wobei man diese Einrichtungen so auslegt, daß sie auch für die übrige Stromversorgung zu verwenden sind.

Abb. 1. Umformer und Bedienungstafeln.

Abb. 2. Fahrbarer Gleichrichtersatz für 20 kV Gleichspannung, bestehend aus Bedienungsschaltpult und Gleichrichterwagen.

Der hohe Entwicklungsstand der AEG-Glühkathoden-Gleichrichter hat schon vor Jahren zu einer bemerkenswerten Vereinfachung geführt: An Stelle von Gleichstrom-Hochspannungsumformern mit einer teuren, wenig übersichtlichen und zu Fehlschaltungen Anlaß gebenden Schalteinrichtung und unzweckmäßigem Hochspannungs-Verteilungsnetz werden fahrbare Gleichrichter (Abb. 2) verwendet, die sich in jeden Arbeitsraum fahren lassen und nur einen gewöhnlichen Drehstrom-Niederspannungsanschluß benötigen.

Andere Umformer dienen zur Erzeugung von Wechsel- oder Drehspannungen verschiedener Frequenzen, wobei neben einer Spannungsreglung in weiten Grenzen häufig auch eine Drehzahlreglung vorzusehen ist, um einen weiten Frequenzbereich bestreichen zu können. Die Stromerzeuger werden für eine bei allen Belastungszuständen sauber bleibende Spannungskurve ausgelegt.

Neben die Anlagen für die Erzeugung der Stromarten treten Einrichtungen für eine geeignete Verteilung auf die Meßräume und Prüffelder. Außer Stammleitungen für allgemein verwendete Stromarten werden Wahlleitungen vorgesehen, die an die verschiedensten Stromquellen angeschlossen oder durch welche die einzelnen Meßstände miteinander verbunden werden können. Auch sind Leitungen für eine Fernsteuerung und Fernreglung der Maschinen vorzusehen.

Die hierfür erforderlichen Schaltungen werden an Linienwählern nach Art der Kreuzschienenwähler, Schnurverteiler oder Klemmentafeln vorgenommen. Die Entscheidung für eine bestimmte Bauart richtet sich nach dem Umfang und der Häufigkeit der Schaltungen, nach den zu beherrschenden Strömen und Spannungen, endlich nach den Platzverhältnissen und dem Kostenaufwand. Seit Jahren wird für die Bauart der AEG-Wähler der Gesichtspunkt beachtet, daß die Wähler-Vorderseiten von spannungführenden blanken Teilen freibleiben.

Die Leitungen selbst sind sorgfältig unter Vermeidung von Stromschleifen möglichst in Stahlrohren zu verlegen. Diese Verlegungsart zeichnet sich vor den häufig vorkommenden Kabeln mit metallischer Beflechtung dadurch aus, daß neben der elektrostatischen Abschirmung eine sehr gute elektromagnetische Schirmung erreicht wird.

Abb. 3. 1 000 000-V-Prüfumspanner. Höhe etwa 8 m, Gewicht etwa 32 t.

Neben diesen Einrichtungen, die in jedem Laboratorium in gleicher Ausführung verwendbar sind, baut die AEG auch eigentliche Meß- und Versuchseinrichtungen. Zur Ausrüstung von Hochspannungsprüffeldern werden besondere Hochspannungs-Meßgeräte, -Gleichrichter und Stoßanlagen sowie Umspanner für höchste Spannungen geliefert; die letztgenannten baut die AEG in der bewährten widerstandsfähigen ölisolierten Ausführung bis zur Spannung von 1000 kV gegen Erde in einer Einheit (Abb. 3). Für maschinentechnische Untersuchungen sind AEG-Pendelbremsen entwickelt, die eine Leistungsbestimmung aus dem mechanisch gemessenem Gehäuse-Drehmoment und der Drehzahl gestatten. Für den Unterricht werden Maschinen-Meßpulte und Einankerumformer für Abnahme verschiedenster Stromarten und für verschiedene Betriebsverhältnisse gebaut.

An weiteren Sondergeräten, welche die AEG für diese Zwecke entwickelt hat, seien ferner genannt: Tragbare Präzisionsmeßgeräte für höchste Anforderungen, widerstandsfähige Betriebsmeßgeräte und Isolationsmesser, ein Elektronenstrahl-Oszillograph, ein Eisenblech-Prüfgerät, ein elektrisch gesteuertes und wirkendes Stroboskop zur Beobachtung sich bewegender oder umlaufender Maschinenteile, ein Lehr-Stromrichter, der als Gleichrichter, Wechselrichter und Umrichter verwendet werden kann und der AEG-Zeitdehner mit der besonders hohen Leistungsfähigkeit von 80 000 Aufnahmen in der Sekunde.

Motorschutzschalter.

Mitteilung der AEG.

Mit der starken Verbreitung der Drehstrommotoren, insbesondere in der einfachsten Ausführung als Kurzschlußläufermotoren, hat sich auch allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, daß zu jedem Motor ein vollwertiger, richtig eingestellter und nach den VDE-Vorschriften allpolig abschaltender Motorschutzschalter gehört. Die Verwendung von Hebelschaltern in Verbindung mit Schmelzsicherungen kommt daher für Neuanlagen nur noch selten in Frage.

Dementsprechend hat die AEG Motorschutzschalter als Luft- und Oelschalter für jeden Verwendungszweck und die verschiedensten Betriebsbedingungen geschaffen[1]). Alle Ausführungen haben kräftige Bauart, hochwertige, zweckmäßig durchgebildete Kontakte und gute Anschlußmöglichkeit. Jeder Schalter ist ferner mit zuverlässig arbeitenden Wärme-(Bimetall-)Auslösern ausgerüstet.

Abb. 1. AEG-Motorschutzschalter für 0,5 ... 16 A in Isolierstoffgehäuse. Links: handbetätigter Luftschalter, rechts: fernbetätigter Oelschalter.

Diese Bimetallauslöser haben die Aufgabe, den Motor vor Ueberlastung zu schützen. Ueberlastungen können dadurch entstehen, daß die angetriebene Maschine zu hoch beansprucht wird, aber z. B. auch dadurch, daß eine Zuleitung unterbrochen wird, wodurch der Drehstrommotor einphasig weiterläuft und etwa den doppelten Strom aufnimmt. Das Beispiel des Einphasenlaufes zeigt die Wichtigkeit der allpoligen Abschaltung, denn ein vorzeitiges Ansprechen einer vorgeschalteten Schmelzsicherung oder eines einpoligen Selbstschalters kann zum Einphasenlauf des Motors und der damit verbundenen Überlastung Anlaß geben.

Abb. 3. Fernbetätigte AEG-Motorschutzschalter für höhere Stromstärken (je eine Funkenkammer abgenommen). Links: gußgekapselter Schalter für 200 A mit Einschaltspule, rechts: offener Schalter für 350/600 A mit Einschaltmotor.

Der Bimetallauslöser hat auch den Vorteil, daß er auf den zwar hohen, jedoch für den Motor unschädlichen Anlaufstromstoß nicht anspricht und trotzdem auch gegen kleine Ueberlastungen Schutz gewährt. Er ermöglicht also nicht nur einen einwandfreien Schutz, wie er mit gewöhnlichen Schmelzsicherungen nie zu erreichen ist, sondern gestattet auch, den Motor unbedenklich weitestgehend auszunutzen.

Während man bei einigen Ausführungen für kleinere Stromstärken den Kurzschlußschutz vorgeschalteten Sicherungen überläßt, bevorzugt man bei der Mehrzahl, insbesondere bei allen Schaltern für mehr als 25 A eingebaute elektromagnetische Schnellauslöser. Je nach den Erfordernissen des Betriebes können weitere Auslöser eingebaut werden, z. B. Unterspannungsauslöser, die das unbeabsichtigte Wiederanlaufen des Motors bei Rückkehr der weggebliebenen Spannung verhüten oder die ebenso wie Arbeitstromauslöser für die Fernausschaltung bzw. Notausschaltung verwendet werden können. Ferner sind Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl-Schutz) sowie Hilfskontakte (z. B. als Meldekontakte) und Sperrkontakte (z. B. zur Verriegelung mit einem Anlasser) einzubauen. Die verschiedenen Ausführungen der AEG-Motorschutzschalter werden für Handbetätigung mit Handgriff oder den neuerdings bevorzugten, eingebauten Druckknöpfen (Abb. 1) ausgerüstet, oder sie werden für Fernbetätigung durch getrennt angeordnete Druckknöpfe oder andere Betätigungsschalter und dgl. gebaut.

Abb. 2. AEG-Motor-Sicherheits-Fern-Umkehrschalter in Stahlblechgehäuse (Deckel abgenommen).

Abb. 4. Gekapselte AEG-Schaltanlage Bauform U mit Motorschutz-Oelfernschaltern für 25, 60 und 125 A.

Auch in der Kapselung können die Geräte entsprechend den vorliegenden Betriebsverhältnissen gewählt werden, denn neben offenen Geräten stehen solche mit Blech- oder Isolierkappe in Stahlblech-, Guß- oder Isoliergehäuse und in schlagwettergeschützter Ausführung zur Verfügung. Abb. 2 zeigt Geräte in der neuen Isolierstoffkapselung.

Neben den einfachen Ausschaltern werden auch Umkehrschalter (Abb. 3) und Sterndreieckschalter als Motorschutz geliefert; die gekapselten Ausführungen können nicht nur einzeln angebracht, sondern auch in gekapselte Schaltanlagen (Abb. 4) eingebaut werden.

[1]) Siehe auch AEG-Druckschriften Sa/V 40 für Ds und Gs.

Stellengesuche

Diplom-Elektro-Ingenieur

(T. H. Darmstadt), 32 Jahre alt, seit 1929 bei einer Elektro-Großfirma, besond. Erfahr. im elektr. Bahnwesen, sowie in Industrie-, Hütten- und Grubenanlagen, in ungek. Stllg., sucht Posten als Elektro-Betriebsleiter eines größ. Industriewerkes. Westen od. Süddeutschl. bevorz. Führerschein Klasse 3 vorh. Zuschriften unter **E. 7119** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Schaltgerätefabrik

welche Offert- u. Verkaufsingenieur für Büro u. Reise benötigt, wird von Elektro-Ing., 34 Jahre, ledig, Arier, z. Zeit in ungek. Stellung, abgeschl. Studium von 8 Semestern, 5 Jahre Elektr.-Werk, mehrjährige Montage und Akquisitionspraxis, seit 3 Jahren Verkaufs- u. Offertingenieur führender Spezialfabrik für handbetätigte und automatische Schaltgeräte, gekapselte Schaltanlagen um Zuschrift gebeten.

Angebote u. **E. 7136** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Geprüfter Elektromeister
mit 12jähr. prakt. Betriebserfahrung in Großkraftwerke u. 100 kV Umspannwerke speziell Fernsteueranlag., 38 J., möchte sich veränd. Ang. u. **E. 7134** a. die A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Dipl.-Ing. der Starkstromtechnik,

Arier, 32 Jahre, zielbewußt, sehr selbständig, Organisator, in ungekündigter Stellung,
hat: über 7 Jahre Praxis, davon 5 Jahre im Ausland (Großindustrie, Eltwerke, Verwaltung); reiche Kenntnisse u. Erfahr. i. d. Elektrowirtsch., insbes. Tarif- u. Vertragswesen, Betriebsüberwachung v. Überland- u. Großkraftwerk., Prüffeld; ausgeprägte phys. Auffassungsgab., wirtschaftl.-konstr. Gestaltungskraft, Gewandh. i. Wort u. Schrift (Deutsch u. Englisch), beste Zeugn. u. Empfehl., Führersch., sportl., repäsent., viels. interess.,
sucht: mögl. selbständigen, ausbaufähigen Wirkungekreis in größerer Unternehmung. Angeb. erbeten unt. **E. 7150** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Kabelwerk in Norddeutschland **sucht** einen jüngeren **Meßingenieur** mögl. mit einigen Jahren Meßpraxis. Angebote unter **E. 7125** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Tüchtige, erfahrene
Ankerwickler
die an sauberes und selbständiges Arbeiten gewöhnt sind, **gesucht.** [7124]
Rheinische Elektro-Maschinenfabrik GmbH, Krefeld, Schließfach 321

Werkstättenvorsteher

zum möglichst baldigen Eintritt gesucht. Nur Bewerber mit langjähriger praktischer Erfahrung in Straßenbahnwerkstättenbetrieben, die bereits eine ähnliche Stellung bekleidet haben, wollen sich unter Einreichung von Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe von Auskunftspersonen melden. [7130]
Rheinische Bahngesellschaft, Düsseldorf

Englischer
Ingenieur-Übersetzer

für elektrotechnische Großfirma, Sitz Berlin, für Dauerstellung **gesucht.** Geborener Engländer oder Amerikaner bevorzugt. Aufgaben: Sprachlich und technisch makellose Übersetzung von Aufsätzen, Angeboten, Verträgen usw. aus dem Fachgebiet der Starkstromtechnik. Ausführliche Angebote mit lückenlosem Lebenslauf, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter **C. 631** durch **Annoncen-Expedition Max Gerstmann, Berlin W 9.** [7142]

Für die technische Leitung einer größeren Kunstharzpresserei

mit großer eigener Werkzeugwerkstatt wird eine theoretisch geschulte und in der Praxis erprobte Kraft gesucht. Die Stellung ist angemessen bezahlt. Wissen und Können sind nötig.

Handschriftbewerbung mit kurzem Werdegang erbeten unter **E. 7141** an die Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9.

KONSTRUKTEUR

mit reichen Erfahrungen auf dem Gebiet des Klein-Installationsmaterials, mit den VDE-Bestimmungen vertraut u. in Patentfragen bewandert, von größerer Firma in Westfalen gesucht.
Es handelt sich um eine ausbaufähige Lebensstellg. Bewerbg. mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild u. Gehaltsanspr. sind einzureichen u. **E. 7111** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9

Zum sofortigen Antritt **gesucht**
Physiker und Diplomingenieure
für Hochfrequenz- (Ultrakurzwellen) Laboratorium; ein
Diplomingenieur
für Konstruktion und Werkstatt. Bewerbungen mit Lichtbild und Ariernachweis an [7137]
Nachrichtenmittelversuchsanstalt der Marine, Kiel.

Ingenieur
Höhere Maschinenbauschule Abt. Elektrotechnik **gesucht.**
Accumulatorenfabrik Dr. Th. Sonnenschein, Berlin NW 87, Huttenstr. 63-64. [7133]

Beleuchtungsaufgaben der deutschen Gemeinden.

Mitteilung der AEG.

Die hohe Ziffer der Schäden an menschlicher Gesundheit und an Material aller Art hat die Frage der Erhöhung der Verkehrsicherheit in den Vordergrund geschoben. — Während der Dunkelheit spielt naturgemäß die Frage der künstlichen Straßenbeleuchtung eine außerordentlich wichtige Rolle. Es kommt bei der Straßenbeleuchtung nicht auf besonders hohe Beleuchtungsstärken an, sondern auf eine möglichst hohe Gleichmäßigkeit. Eine dauernde Umstellung von hell auf dunkel ermüdet das Auge des Verkehrsteilnehmers sehr schnell; die Beleuchtungsstärke der Straßenoberfläche darf daher nur in geringen Grenzen schwanken. Eine ausreichende Gleichförmigkeit war früher nur mit verhältnismäßig hohem Leistungsaufwand zu erzielen. Die neuzeitlichen Metall-Dampflampen haben dagegen eine wesentlich größere Lichtausbeute, auf die Einheit der aufgewendeten Leistung bezogen.

Bei Anwendung dieser Dampflampen für Straßenbeleuchtungen sind zwei Gebiete voneinander grundlegend zu unterscheiden: einerseits die Beleuchtung von Straßen innerhalb der Ortschaften, d. h. von Straßen, die neben dem Kraftwagenverkehr auch dem Fußgängerverkehr und dem Aufenthalt von Menschen dienen, anderseits die Beleuchtung der Straßen, die außerhalb von Ortschaften vornehmlich für Wagenverkehr in Frage kommen. Diese Trennung ist notwendig, weil die Lichtfarbe der Dampflampen nicht mit den gewohnten Lichtfarben übereinstimmt, wie sie von elektrischen Glühlampen und von Gasglühlicht ausgestrahlt werden.

Zur Beleuchtung der Straßen innerhalb der Ortschaften werden mehr und mehr Quecksilber-Dampflampen benutzt (s. Abb.). Ihre Lichtausbeute von 36 ... 39 lm/W gestattet es, ausreichende Straßenbeleuchtungen wirtschaftlich zu gestalten. Das Licht der Quecksilber-Dampflampe ist bläulich-grün und enthält auch alle anderen Farben des Spektrums bis auf rot. Durch Beimischung von Glühlampenlicht können die farblichen Eigenschaften bis zu jedem gewünschten Farbton ausgeglichen werden. Wenn man ein Lichtstrom-Verhältnis des Glühlampenlichtes zu dem Quecksilber-Dampflampenlicht von 1 : 1 herstellt, so liegt die dann entstehende tageslichtähnliche Beleuchtung immer noch bei etwa 25 ... 27 lm/W; das bedeutet eine Verbesserung von annähernd 40% gegenüber der reinen Glühlampe mit etwa 18 ... 20 lm/W. Die AEG entwickelte eine Reihe entsprechender Leuchten, bei denen teilweise die erforderlichen Zusatzgeräte unmittelbar in der Leuchte über den Lampen angeordnet werden.

Die Beleuchtung der Fernstraßen ist bei den erheblich größeren Straßenlängen und den daher erforderlichen Gesamtleistungen ein hervorragendes Anwendungsgebiet für die bereits bewährten Natrium-Dampflampen. Diese Dampflampe, die ein gelbes Licht ausstrahlt, ist nach dem heutigen Stande die wirtschaftlichste Lichtquelle überhaupt; ihre Lichtausbeute liegt zwischen 43 und 50 lm/W. Hierzu kommt noch, daß die Lichtfarbe, die außer gelb keine anderen Strahlen enthält, eine besonders günstige physiologische Wirkung durch die Vermeidung des sogenannten chromatischen Augenfehlers ausübt. Weiterhin ist die Möglichkeit, im Lichte der Natrium-Dampflampen leichter und klarer als im Licht jeder anderen Lichtquelle zu sehen, darauf zurückzuführen, daß die Wellenlänge ungefähr mit dem Punkt der höchsten Empfindlichkeit des menschlichen Auges zusammenfällt.

Es hat sich auf den Versuchstrecken gezeigt, daß die Kraftfahrer sehr bald freiwillig auf das Scheinwerferlicht verzichten und mit Standlicht weiterfahren. Ein besonders wichtiges Anwendungsgebiet dieser Natrium-Lampen ist z. B. die geplante Beleuchtung der Anfahrts- und Kreuzungsstrecken der Reichs-Autobahnen, die zu dem Aufgabengebiet der zuständigen Gemeinde gehört.

Die Leuchten für Natrium-Dampflampen sind im Laufe der letzten Jahre nach den Erfahrungen auf den Probestrecken dauernd vervollkommnet worden; es sind z. B. Leuchten mit eingebauten Spiegeln geschaffen worden, die eine Erhöhung des üblichen Abstandes der einzelnen Lichtquellen ermöglichen und somit die Wirtschaftlichkeit weiter erhöhen.

AEG K37362

Straßenbeleuchtung durch Quecksilber-Dampflampen in einer Ortschaft.

Neuzeitliche Verteilungsanlagen in Zuckerfabriken.

Mitteilung der AEG.

Für die Steuerung der in neuzeitlichen Anlagen vorgesehenen Einzelantriebe verwendet man an Stelle der früher üblichen, handbetätigten Motorschutzschalter neuerdings meist ferngesteuerte Schaltgeräte. In Verbindung mit zentralen Steuertafeln läßt sich die Betriebsführung dadurch sehr übersichtlich und einfach gestalten.

Die elektrische Energie wird auch bei dieser Art der Steuerung gußgekapselten Sammelschienenkasten zugeleitet, auf welche die ferngesteuerten Motorschutzschalter oben und unten aufgebaut werden (Abb. 1). Von diesen führen die Kabel zu den Ständern der Motoren, so daß ein besonderer Schalter am Motorstand fortfällt. Ein weiteres Steuerkabel geringen Querschnittes wird von jedem Schutzschalter zu einer zentralen Steuertafel (Abb. 2) geleitet, auf der alle für die Betätigung und Überwachung der Motoren erforderlichen Geräte zusammengefaßt sind. Es ist also möglich, von dieser Steuertafel aus, die an einer günstig gelegenen Stelle des Betriebes untergebracht wird, alle angeschlossenen Motoren in und außer Betrieb zu setzen, ohne daß man weite Wege zu dem jeweiligen Motorstand zurücklegen muß. — Diese für die Verwendung in der Zuckerindustrie neu entwickelten Steuertafeln bestehen aus einem wasser- und staubdichten Gehäuse, das vorn von der eigentlichen Tafel abgeschlossen wird. Auf der Vorderseite der Tafel sind Drehhebelkontakt-Schalter für die Betätigung der Motorschutzschalter untergebracht. Für die Einführung der Steuerleitungen kann die Tafel aufgeklappt werden, so daß diese in der einfachsten Weise an die vorgesehene Klemmenleiste angeschlossen werden können.

Oberhalb der Drehhebelkontakt-Schalter sind Meldelampen angeordnet, die bei Einschalten des Antriebes durch den zugeordneten Schalter Schriftzeichen aufleuchten lassen; die Schriftzeichen, welche den Antrieb bezeichnen, sind aus dem vorgesetzten Blech herausgeschnitten. Mit Hilfe einer Milchglasscheibe zwischen Blech und Lampe werden die Schriftzüge gleichmäßig ausgeleuchtet. Die Zusammenfassung dieser Leuchtzeichen auf einer gemeinsamen Tafel ermöglicht es dem Betriebsleiter, mit einem Blick zu übersehen, ob die Anlage ordnungsgemäß in Betrieb ist.

Abb. 1. Schützengruppe mit angebauten Motorschutz-Ölfernschaltern.

Am Motor selbst kann außerdem ein Druckknopf bzw. Drehhebelkontakt-Schalter angebracht werden, so daß die Möglichkeit besteht, im Falle der Gefahr den Antrieb vom Motorstand aus sofort stillzusetzen. Da der an der Steuertafel stehende Arbeiter nicht immer alle Antriebe im Auge haben kann, wird zweckmäßig ein Verriegelungsschalter am Motorstand derart vorgesehen, daß eine Einschaltung von der Steuertafel aus mit dem dort angebrachten Drehhebelkontakt-Schalter nur möglich ist, wenn der Antrieb vom Motorstand eingeschaltet und in Ordnung ist. — Bei dieser Art der Stromverteilungsanlage besteht die Möglichkeit, die Motoren, welche die Fördereinrichtungen antreiben, zu verriegeln. Bei Ausfall eines Antriebes werden alle vorhergehenden selbsttätig abgeschaltet, da sonst Werkstoffanhäufungen unvermeidlich sind.

Abb. 2. Zentrale Steuertafel in einem Rübenwaschhaus.

Stellengesuche

Elektro-Fachmann, Dipl.-Ing., 42 J., mit reichen Kenntnissen u. Erfahrungen auf dem Gebiete der Starkstromtechnik (Maschinen, Apparate, Trafos, Stromverteilung und Verwendung, besonders elektr. Antriebe und Elektrowärmeanlagen bei Industrie und Landwirtschaft) sucht zum 1. Juli oder später verantwortungsvolle Tätigkeit bei Eltwerk od. größ. Stromversorgungsunternehmen. Ang. u. **E. 7228** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kraftwerk

Diplomingenieur des Maschinenbaufaches, 38 J., 13 Jahre Praxis in der Projektierung, Bauleitung u. Betriebsleitung von Kraftwerken m. Braunkohle, Steinkohle, Kohlenstaub, erfahren in wärmewirtschaftlichen Berechnungen, vertraut mit den einschlägigen Fragen der Elektrotechnik, sucht sich in entwicklungsfähige Stellung zu verändern. Bewerber kann beste Erfolgsnachweise beibringen.

Angebote unter **E. 7226** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kabel- und Gummi-Fachmann

Arier, firm in allen Zweigen der Fabrikation und des Betriebes, 30jähr. Praxis, langjährig in leitender Stellung, z. Z. selbständig, erste Referenzen, sucht passenden Wirkungskreis. Zuschriften erbeten unter **J. K. 562** an **„Obanex" Anzeigen-Exped. Geschäftsstelle Karlsruhe/Bad., Yorckstr. 35.** [7227]

Junger
Elektrotechniker

(Pg.), mit Elektromeisterprüfung, vertr. mit der Reparatur und Eichung aller Zählertypen sowie in d. Installation, Freileitg., Kabel von Hoch- u. Niedersp., sucht passenden Wirkungskreis. Zuschr. erb. u. **E. 7189** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur

29 J., verh., gewissenh. u. zielbew., gut. Meßtechn. m. langj. Praxis i. Überlandw. u. elektr. Prüfamt, z. Z. b. Großf. tätig, sucht neuen verantwortungsv. Wirkungskr. b. Überlandz. od. in ein. elektr. Prüffeld. Gute Zeugn. vorh. Angeb. u. **E. 7224** an die Anzeigen-Abtl. d. ETZ.

Stellenangebote

Georgii Kobold

Wir suchen zum Eintritt bis spätestens 1. Oktober 1936

1. Elektro-Ingenieur im Alter von 30—40 Jahren als

VERKAUFSLEITER

Die Bewerber müssen über gut abgeschlossene Vorbildung verfügen, sich über eigene Reisepraxis und mehrjährige erfolgreiche Tätigkeit im Verkauf von Elektro-Maschinen ausweisen können; solche, die auch schon konstruktiv tätig waren und mit dem Kleinstmotorenfach vertraute, werden bevorzugt.

2. Elektro-Ingenieur, im Alter von 25—30 Jahren als

VERKAUFSINGENIEUR

für Angebotwesen und Reise. Die Bewerber müssen gut abgeschlossene Vorbildung und möglichst Konstruktionspraxis im Elektro-Maschinenbau nachweisen können.

Schriftliche Angebote von arisch. Bewerbern mit Stichwortangabe, Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften, Beschreibung des Lebenslaufs und Bild sind zu richten an

GEORGII A.-G., Stuttgart-S. [7221]

Großes Unternehmen in Norddeutschland sucht

Elektro-Ingenieur resp. Techniker

Bedingung: **Mehrjährige Erfahrung in der Schiffsinstallation.**

Erwünscht: **Konstruktive Begabung.**

Eintritt baldigst.

Angebote mit Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe des Eintrittstages und der Gehaltsansprüche unter **C. Q. 2240** an **BAV, Berlin SW 19, An der Jerusalemer Kirche 2,** erbeten. [7194]

Für unsere Konstruktions- und Versuchsabteilung suchen wir jüngere

Konstrukteure

auch Anfänger, mit abgeschlossener technischer Lehre bzw. Fachschulbildung. Bevorzugt werden Herren mit ausgesprochener konstruktiver Begabung. Erfahrungen auf unserem Arbeitsgebiet sind nicht unbedingt erforderlich.

Selbstgeschriebene Angebote mit Lebenslauf, Referenzen, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten an die: [7229]

Telephon-Apparat-Fabrik

E. Zwietusch & Co. G. m. b. H.,

Charlottenburg, Salz-Ufer 6/7

AEG

sucht zu sofortigem Eintritt

Technischen Zeichner

Fertigkeit im Schriftzeichnen unbedingt erforderlich, erwünscht Praxis im Zeichnen von Schaltplänen. **Kennwort K 6**

Schriftl. Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
Personalverwaltung, Berlin NW 40. [7219]

INGENIEUR

gesucht mit Konstruktions- und Werkstattpraxis auf dem Gebiet von **Schaltapparaten u. Schutzschaltern** von Spezialfabrik in Süddeutschland.

Ang. unt. E. 7218 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektrostatische und elektromagnetische Kopplungsmesser.

Mitteilung der AEG.

Die Ursachen für die Entstehung des störenden Nebensprechens in Fernsprechkabeln sind kapazitive und induktive Kopplungen zwischen den Leitungen sowohl im Kabel, als auch in den eingebauten Spulen. Die Meßtechnik hatte die Aufgabe, diese Unsymmetrien wertmäßig zu erfassen; so entstanden — meist getrennt für Kabel und Spulen — Induktivitätsdifferenz-Meßbrücken, elektrostatische und schließlich auch elektromagnetische Kopplungsmesser.

Die elektrostatischen Kopplungsmesser sind in Anlehnung an die Schaltung der Wheatstoneschen Brücke in der Weise ausgebildet, daß der in einem Zweig wirksame Kopplungswert im gegenüberliegenden Brückenzweig durch einen Meßkondensator nachgebildet wird. Der beim Tonmindestwert in der Brückendiagonale am Meßkondensator eingestellte Wert stellt die gesuchte Kopplung dar. Die Meßkondensatoren haben für die verschiedenen Verwendungszwecke sehr verschiedene Bereiche. Beim großen Kopplungsmesser sind ± 1500 pF vorgesehen, von denen 125 stetig, der Rest in Stufen zu 100 bzw. 500 und 1000 pF veränderbar sind. Dieser große Meßbereich ist besonders auf ältere Kabel mit noch verhältnismäßig großen Kopplungen zugeschnitten. Der kleine Kopplungsmesser enthält nur den stetig veränderbaren Meßbereich bis ± 125 pF und reicht für die neuzeitlichen Fernkabel im allgemeinen aus. Zur Vervollständigung dienen Zusatzkondensator (± 10 × 100 pF), Symmetrierzusatz zum Kopplungsausgleich der Zuleitungen und Phasenausgleicher als Einzelgeräte in äußerer Zusammenschaltung. Im großen Kopplungsmesser sind alle diese Zusätze eingebaut. Gegen Stromquelle und Meßhörer sind Anpassungsübertrager in kapazitätsarmer und symmetrisch geschirmter Form vorgesehen. Ein Kleinst-Kopplungsmesser mit dem Bereich ± 12 bzw. ± 5 pF dient zu Übersprech-Kopplungsmessungen an Seekabel-, Rundfunk- und Trägerfrequenz-Fernsprechleitungen. Die Meßgenauigkeitsgrenzen der Kopplungsmesser liegen bei 0,3% und bei 2% für die größten und kleinsten Bereiche, bezogen auf den jeweiligen Endwert.

Abb. 1. Magnetischer Kopplungsmesser mit drei Bereichen.

Für die sechs in einem „Vierer" möglichen Kopplungen müssen zur Messung auch sechs Brückenschaltungen im Kopplungsmesser vorhanden sein. Die Zusammenschaltung besorgt ein Walzenschalter, der — sofern auch die Bestimmung von Kopplungen nebeneinanderliegender Vierer notwendig ist — durch einen außerhalb des Gerätes anzuschließenden Nachbarviererschalter ergänzt wird. Bei dem Zusammenbau hochpaariger Kabel leistet ein Vierer-Fortschreitschalter in Verbindung mit dem Nachbarviererschalter wertvolle Dienste, da gleichzeitig drei Vierer angelegt werden können und somit während der Messung an zwei Vierern in zeitsparender Weise immer ein Vierer zum Umlegen frei wird. Dieser vereinigte Schalter hat noch drei besondere Stellungen, die zur Messung der sogenannten Außen-Teilkapazitäten dienen.

Diese Meßart erfaßt die Wirkung eines Vierers gegen seine „Umgebung" (Bleimantel), die für die Beeinflussung des Kabels durch benachbarte Starkstromleitungen maßgebend ist, richtiger als die bisherige Erdkopplungsmessung und braucht im allgemeinen nur für die äußerste Viererlage, unmittelbar unter dem Bleimantel, ausgeführt zu werden. Die inneren Lagen werden dabei mit je zwei zum Meßvierer benachbarten Vierern zu einem Punkt „Umgebung" vereinigt und an den Mittelpunkt der Zweigwiderstände des Kopplungsmessers gelegt. Auch in diesem Fall sorgt eine ausgesuchte Reihenfolge der Meßarten dafür, daß der Schalter seinen fortschreitenden, zeitsparenden Zweck erfüllt.

Die bei den Messungen gegen die Umgebung und Erde durch die Seitenkapazitäten (in Parallelschaltung zu den Zweigwiderständen) im Kopplungsmesser auftretenden Zeitkonstanten-Differenzen lassen sich durch einen Differentialkondensator ausgleichen, so daß einwandfreie Tonmindestwerte den Meßgang begleiten. In den Kopplungsmessern und in den Hilfschaltern sind die Stämme gegeneinander abgeschirmt (Erde!), so daß der Symmetrierzusatz nur die Kopplungen der Adern gegen diese Schirme auszugleichen hat, um die Mitsprech- und Erdkopplungen der entsprechenden Schaltstellungen zu beseitigen. Die Übersprechkopplungen der Geräte sind bei ebenfalls erdgeschirmten Zuleitungen immer Null.

Bei den geschirmten Rundfunkleitungen sind für die Übersprechfreiheit hauptsächlich die magnetischen Kopplungen maßgebend. Ihre unmittelbare Ausmessung ist einfacher als die Übersprech- und Gegenübersprech-Dämpfungsmessung. Das Meßverfahren, das heute überall in den Kabelprüffeldern und bei Kabelabnahmen eingeführt ist, beruht darauf, daß die magnetische Kopplung, die auch komplex sein kann, nach Betrag durch eine veränderbare Gegeninduktivität und nach Phase durch eine veränderbare Wirkspannung ausgeglichen wird.

Für die Rundfunkleitungen ist ein vereinigtes Gerät zur Messung elektrostatischer und elektromagnetischer Kopplungen entstanden mit den Bereichen: kapazitiv: ± 5 pF, induktiv: ± 0,5 nH, Phase: ± 4 mΩ. Die Trägerfrequenzleitungen benötigen einen bis 20 000 Hz verwendbaren magnetischen Kopplungsmesser (Abb. 1 und 2) mit drei Bereichen bis 100, 1000 und 10 000 nH bzw. bis 1, 10 und 100 mΩ. Bei dem kleinsten Bereich und den hohen Frequenzen muß der Meßhörer durch einen Meßbrückenverstärker empfindlicher gemacht werden; da dieser Netzanschluß hat, ist keinerlei Wartung erforderlich. Die hohen Frequenzen werden dem Ohr durch einen Zerhacker unter Vorschaltung eines Gleichrichters hörbar gemacht. Dieser ebenfalls netzbetriebene Zerhacker hat gegenüber dem Überlagerer den Vorteil der Verwendung bereits vorhandener Verstärker, weil er nur zwischen Verstärker und Meßhörer einzuschalten ist.

Abb. 2. Schaltung zum magnetischen Kopplungsmesser.

Stellengesuche

DIPLOM-INGENIEUR

als **Oberingenieur** bei großem **Verkaufsbüro**

elektrotechnischer Weltfirma ungekündigt tätig,

sucht sich zu verändern.

Geboten werden:

Erstklassige theoretische Kenntnisse (Examina: „Mit Auszeichnung" bzw. „Sehr gut")

Mehrjährige Tätigkeit in Projektierung, Verkauf und Montage des elektr. Teiles größerer Industrieanlagen und Kraftwerke.

Wärmetechnische Kenntnisse und umfangreiche Erfahrung in der Akquisition von Dampfturbinen und Kondensationsanlagen.

Jahrelange Bewährung in leitenden Stellungen und nachweisbar erzielte wesentliche Umsatzhebung.

Alter: Ende dreißig; repräsentationsfähig.

Erstrebt wird:

Verantwortliche Leitung

größeren Verkaufsbüros einer Großfirma oder der Verkaufsorganisation mittleren Unternehmens.

Angebote unter E 7169 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9

Abnahme-Ing. (VDE) in EW, sehr begabt, vorwärtsstreb., 38, Arier, 14 J. Praxis bei Großind. und Behörden, ungek., sucht seinen Kenntn. u. Fähigk. entspr. aussichtsr. Lebensstellung in vielseit. verantwortungsvollen Wirkungskreis als

leitender Betriebsingenieur

in Industrieunternehmen, Überlandwerk, Kraftwerk (Dampf oder Wasserkraft bevorzugt) oder bei Reichsbehörde. Selbst. Konstrukteur u. Prüffelding. mit reich. Versuchserf. im E. Maschb., erfahr. Fachm. im Bau, Betrieb u. Montage v. Hoch- u. Niederspannungsanl., Schalt- u. Trafostationen j. Art u. Gr., erf. in Ber. v. Ortsnetz., Bearb. v. Tarifen, pädag. begabt, Lehrer für Elektrotechnik an Betriebsfachschule. Führernatur, bef. einer größ. Gefolgschaft vorzustehen, zäh, energ., kaufm. Geschick, Redner und Verhandlungstalent, unermüdl. Schaffenskraft, gew. Auftr., Führerschein 1 u. 3. Gegenseitige Diskretion Voraussetzung. Angebote unter E. 7162 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Langjähriger Spezialist der

Elektrochemischen Großindustrie

Stickstoff, Elektro-Schmelzprodukte usw. technisch und wirtschaftlich sehr gut erfahren, sucht neuen Wirkungskreis.

Zuschriften u. E. 7179 a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

ETZ-Anzeigen verbürgen den **größten Erfolg**

Elektro-Maschinen-Ing. (VDE)

Fachmann für: Steuerapp., Schütze, Magnete, Relais, Schalter für Hand- u. Fernbetätigung, Antriebe u. dgl., Erfolge und Erfahrg. im Bau von **Isolierstoff-Anlagen** (DRP), mit Prüffeldpraxis in Hoch- u. Niedersp., z. Zt. bei namhafter Firma, sucht sich passend zu verändern. Angebote unter E. 7159 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

LORENZ

Gesucht wird ein an selbständiges Arbeiten gewöhnter

INGENIEUR

zur Entwicklung von Prüfgeräten und Ausführung von Messungen für Hoch- und Niederfrequenz. Kenntnisse auf dem Gebiet der Hochvakuum-Röhren erforderlich.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an

C. Lorenz Aktiengesellschaft
Berlin-Tempelhof

Personalverwaltung.

Spezialfabrik für Steuergeräte, Schalt- und Anlaßapparate sucht zur Unterstützung des Betriebsleiters einen insbesondere in der Serienfabrikation

erfahrenen Betriebsingenieur

Angebote mit Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsanspr. unt. E. 7174 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Führende Schaltgerätefabrik, deren Fabrikationsprogramm insbesondere Niederspannungsschaltgeräte, hand- und ferngesteuerte Motorschutzschalter, Überstromschalter, Steuergeräte, gußgekapselte Verteilungsanlagen umfaßt, sucht gewandten

Reise-Ingenieur,

der nachweisbar bei der Großindustrie, Elektrizitätswerken sowie führenden Grossistenfirmen der Elektrobranche gut eingeführt ist.

Herren, welche in einer ähnlichen Stelle erfolgreich tätig waren, werden um Einsendung einer ausführlichen Bewerbung nebst Referenzangaben unter Beifügung eines Lichtbildes sowie Bekanntgabe der Gehaltsansprüche unt. E. 7180 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, gebeten.

Gesucht zum baldigen Eintritt

Diplom-Ingenieur

als Projekteur und Vertreter des Abteilungsleiters für Industrieanlagen;

Fachschul-Ingenieur

für die Projektierung von elektr. Ausrüstungen für Werkzeugmaschinen, Hebezeug- und Krananlagen.

Angebote mit Bild, Lebensl., Zeugnisabschr. und Gehaltsanspr. unter E. 7176 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Neuzeitliche Verteilungsanlagen in Zuckerfabriken.

Mitteilung der AEG.

Für die Steuerung der in neuzeitlichen Anlagen vorgesehenen Einzelantriebe verwendet man an Stelle der früher üblichen, handbetätigten Motorschutzschalter neuerdings meist ferngesteuerte Schaltgeräte. In Verbindung mit zentralen Steuertafeln läßt sich die Betriebsführung dadurch sehr übersichtlich und einfach gestalten.

Abb. 1. Schützengruppe mit angebauten Motorschutz-Ölfernschaltern.

Die elektrische Energie wird auch bei dieser Art der Steuerung gußgekapselten Sammelschienenkasten zugeleitet, auf welche die ferngesteuerten Motorschutzschalter oben und unten aufgebaut werden (Abb. 1). Von diesen führen die Kabel zu den Ständern der Motoren, so daß ein besonderer Schalter am Motorstand fortfällt. Ein weiteres Steuerkabel geringen Querschnittes wird von jedem Schutzschalter zu einer zentralen Steuertafel (Abb. 2) geleitet, auf der alle für die Betätigung und Überwachung der Motoren erforderlichen Geräte zusammengefaßt sind. Es ist also möglich, von dieser Steuertafel aus, die an einer günstig gelegenen Stelle des Betriebes untergebracht wird, alle angeschlossenen Motoren in und außer Betrieb zu setzen, ohne daß man weite Wege zu dem jeweiligen Motorstand zurücklegen muß. — Diese für die Verwendung in der Zuckerindustrie neu entwickelten Steuertafeln bestehen aus einem wasser- und staubdichten Gehäuse, das vorn von der eigentlichen Tafel abgeschlossen wird. Auf der Vorderseite der Tafel sind Drehhebelkontakt-Schalter für die Betätigung der Motorschutzschalter untergebracht. Für die Einführung der Steuerleitungen kann die Tafel aufgeklappt werden, so daß diese in der einfachsten Weise an die vorgesehene Klemmenleiste angeschlossen werden können.

Abb. 2.
Zentrale Steuertafel in einem Rübenwaschhaus.

Oberhalb der Drehhebelkontakt-Schalter sind Meldelampen angeordnet, die bei Einschalten des Antriebes durch den zugeordneten Schalter Schriftzeichen aufleuchten lassen; die Schriftzeichen, welche den Antrieb bezeichnen, sind aus dem vorgesetzten Blech herausgeschnitten. Mit Hilfe einer Milchglasscheibe zwischen Blech und Lampe werden die Schriftzüge gleichmäßig ausgeleuchtet. Die Zusammenfassung dieser Leuchtzeichen auf einer gemeinsamen Tafel ermöglicht es dem Betriebsleiter, mit einem Blick zu übersehen, ob die Anlage ordnungsgemäß in Betrieb ist.

Am Motor selbst kann außerdem ein Druckknopf bzw. Drehhebelkontakt-Schalter angebracht werden, so daß die Möglichkeit besteht, im Falle der Gefahr den Antrieb vom Motorstand aus sofort stillzusetzen. Da der an der Steuertafel stehende Arbeiter nicht immer alle Antriebe im Auge haben kann, wird zweckmäßig ein Verriegelungsschalter am Motorstand derart vorgesehen, daß eine Einschaltung von der Steuertafel aus mit dem dort angebrachten Drehhebelkontakt-Schalter nur möglich ist, wenn der Antrieb vom Motorstand eingeschaltet und in Ordnung ist. — Bei dieser Art der Stromverteilungsanlage besteht die Möglichkeit, die Motoren, welche die Fördereinrichtungen antreiben, zu verriegeln. Bei Ausfall eines Antriebes werden alle vorhergehenden selbsttätig abgeschaltet, da sonst Werkstoffanhäufungen unvermeidlich sind.

Stellengesuche

Elektro-Fachmann, Dipl.-Ing., 42 J., mit reichen Kenntnissen u. Erfahrungen auf dem Gebiete der Starkstromtechnik (Maschinen, Apparate, Trafos, Stromverteilung und Verwendung, besonders elektr. Antriebe und Elektrowärmeanlagen bei Industrie und Landwirtschaft) sucht zum 1. Juli oder später verantwortungsvolle Tätigkeit bei Eltwerk od. größ. Stromversorgungsunternehmen. Ang. u. **E. 7228** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kraftwerk

Diplomingenieur des Maschinenbaufaches, 38 J., 13 Jahre Praxis in der Projektierung, Bauleitung u. Betriebsleitung von Kraftwerken m. Braunkohle, Steinkohle, Kohlenstaub, erfahren in wärmewirtschaftlichen Berechnungen, vertraut mit den einschlägigen Fragen der Elektrotechnik, sucht sich in entwicklungsfähige Stellung zu verändern. Bewerber kann beste Erfolgsnachweise beibringen.

Angebote unter **E. 7226** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kabel- und Gummi-Fachmann

Arier, firm in allen Zweigen der Fabrikation und des Betriebes, 30jähr. Praxis, langjährig in leitender Stellung, z. Z. selbständig, erste Referenzen, sucht passenden Wirkungskreis. Zuschriften erbeten unter **J. K. 562** an „Obanex" **Anzeigen-Exped. Geschäftsstelle Karlsruhe/Bad., Yorckstr. 35.** [7227]

Junger **Elektrotechniker** (Pg.), mit Elektromeisterprüfung, vertr. mit der Reparatur und Eichung aller Zählertypen sowie in d. Installation, Freileitg., Kabel von Hoch- u. Niedersp., sucht passenden Wirkungskreis. Zuschr. erb. u. **E. 7189** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur 29 J., verh., gewissenh. u. zielbew., gut. Meßtechn. m. langj. Praxis i. Überlandw. u. elektr. Prüfamt, z. Z. b. Großf. tätig, sucht neuen verantwortungsv. Wirkungskr. b. Überlandz. od. in ein. elektr. Prüffeld. Gute Zeugn. vorh. Angeb. u. **E. 7224** an die Anzeigen-Abtl. d. ETZ.

Stellenangebote

Georgii Kobold

Wir suchen zum Eintritt bis spätestens 1. Oktober 1936

1. Elektro-Ingenieur im Alter von 30—40 Jahren als

VERKAUFSLEITER

Die Bewerber müssen über gut abgeschlossene Vorbildung verfügen, sich über eigene Reisepraxis und mehrjährige erfolgreiche Tätigkeit im Verkauf von Elektro-Maschinen ausweisen können; solche, die auch schon konstruktiv tätig waren und mit dem Kleinstmotorenfach vertraute, werden bevorzugt.

2. Elektro-Ingenieur, im Alter von 25—30 Jahren als

VERKAUFSINGENIEUR

für Angebotwesen und Reise. Die Bewerber müssen gut abgeschlossene Vorbildung und möglichst Konstruktionspraxis im Elektro-Maschinenbau nachweisen können.

Schriftliche Angebote von arisch. Bewerbern mit Stichwortangabe, Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften, Beschreibung des Lebenslaufs und Bild sind zu richten an

GEORGII A.-G., Stuttgart-S. [7221]

Großes Unternehmen in Norddeutschland sucht

Elektro-Ingenieur resp. Techniker

Bedingung: **Mehrjährige Erfahrung in der Schiffsinstallation.**

Erwünscht: **Konstruktive Begabung.**

Eintritt baldigst.

Angebote mit Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe des Eintrittstages und der Gehaltsansprüche unter **C. Q. 2240** an **BAV, Berlin SW 19, An der Jerusalemer Kirche 2,** erbeten. [7194]

Für unsere Konstruktions- und Versuchsabteilung suchen wir jüngere

Konstrukteure

auch Anfänger, mit abgeschlossener technischer Lehre bzw. Fachschulbildung. Bevorzugt werden Herren mit ausgesprochener konstruktiver Begabung. Erfahrungen auf unserem Arbeitsgebiet sind nicht unbedingt erforderlich.

Selbstgeschriebene Angebote mit Lebenslauf, Referenzen, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten an die: [7229]

Telephon-Apparat-Fabrik

E. Zwietusch & Co. G. m. b. H.,

Charlottenburg, Salz-Ufer 6/7

AEG

sucht zu sofortigem Eintritt

Technischen Zeichner

Fertigkeit im Schriftzeichnen unbedingt erforderlich, erwünscht Praxis im Zeichnen von Schaltplänen. **Kennwort K 6**

Schriftl. Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft

Personalverwaltung, Berlin NW 40. [7219]

INGENIEUR

gesucht mit Konstruktions- und Werkstattpraxis auf dem Gebiet von **Schaltapparaten u. Schutzschaltern** von Spezialfabrik in Süddeutschland. Ang. unt. **E. 7218** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektrostatische und elektromagnetische Kopplungsmesser.

Mitteilung der AEG.

Die Ursachen für die Entstehung des störenden Nebensprechens in Fernsprechkabeln sind kapazitive und induktive Kopplungen zwischen den Leitungen sowohl im Kabel, als auch in den eingebauten Spulen. Die Meßtechnik hatte die Aufgabe, diese Unsymmetrien wertmäßig zu erfassen; so entstanden — meist getrennt für Kabel und Spulen — Induktivitätsdifferenz-Meßbrücken, elektrostatische und schließlich auch elektromagnetische Kopplungsmesser.

Die elektrostatischen Kopplungsmesser sind in Anlehnung an die Schaltung der Wheatstoneschen Brücke in der Weise ausgebildet, daß der in einem Zweig wirksame Kopplungswert im gegenüberliegenden

Abb. 1. Magnetischer Kopplungsmesser mit drei Bereichen.

Brückenzweig durch einen Meßkondensator nachgebildet wird. Der beim Tonmindestwert in der Brückendiagonale am Meßkondensator eingestellte Wert stellt die gesuchte Kopplung dar. Die Meßkondensatoren haben für die verschiedenen Verwendungszwecke sehr verschiedene Bereiche. Beim großen Kopplungsmesser sind ± 1500 pF vorgesehen, von denen 125 stetig, der Rest in Stufen zu 100 bzw. 500 und 1000 pF veränderbar sind. Dieser große Meßbereich ist besonders auf ältere Kabel mit noch verhältnismäßig großen Kopplungen zugeschnitten. Der kleine Kopplungsmesser enthält nur den stetig veränderbaren Meßbereich bis ± 125 pF und reicht für die neuzeitlichen Fernkabel im allgemeinen aus. Zur Vervollständigung dienen Zusatzkondensator (± 10 × 100 pF), Symmetrierzusatz zum Kopplungsausgleich der Zuleitungen und Phasenausgleicher als Einzelgeräte in äußerer Zusammenschaltung. Im großen Kopplungsmesser sind alle diese Zusätze eingebaut. Gegen Stromquelle und Meßhörer sind Anpassungsübertrager in kapazitätsarmer und symmetrisch geschirmter Form vorgesehen. Ein Kleinst-Kopplungsmesser mit dem Bereich ± 12 bzw. ± 5 pF dient zu Übersprech-Kopplungsmessungen an Seekabel-, Rundfunk- und Trägerfrequenz-Fernsprechleitungen. Die Meßgenauigkeitsgrenzen der Kopplungsmesser liegen bei 0,3% und bei 2% für die größten und kleinsten Bereiche, bezogen auf den jeweiligen Endwert.

Für die sechs in einem „Vierer" möglichen Kopplungen müssen zur Messung auch sechs Brückenschaltungen im Kopplungsmesser vorhanden sein. Die Zusammenschaltung besorgt ein Walzenschalter, der — sofern auch die Bestimmung von Kopplungen nebeneinanderliegender Vierer notwendig ist — durch einen außerhalb des Gerätes anzuschließenden Nachbarviererschalter ergänzt wird. Bei dem Zusammenbau hochpaariger Kabel leistet ein Vierer-Fortschreitschalter in Verbindung mit dem Nachbarviererschalter wertvolle Dienste, da gleichzeitig drei Vierer angelegt werden können und somit während der Messung an zwei Vierern in zeitsparender Weise immer ein Vierer zum Umlegen frei wird. Dieser vereinigte Schalter hat noch drei besondere Stellungen, die zur Messung der sogenannten Außen-Teilkapazitäten dienen.

Diese Meßart erfaßt die Wirkung eines Vierers gegen seine „Umgebung" (Bleimantel), die für die Beeinflussung des Kabels durch benachbarte Starkstromleitungen maßgebend ist, richtiger als die bisherige Erdkopplungsmessung und braucht im allgemeinen nur für die äußerste Viererlage, unmittelbar unter dem Bleimantel, ausgeführt zu werden. Die inneren Lagen werden dabei mit je zwei zum Meßvierer benachbarten Vierern zu einem Punkt „Umgebung" vereinigt und an den Mittelpunkt der Zweigwiderstände des Kopplungsmessers gelegt. Auch in diesem Fall sorgt eine ausgesuchte Reihenfolge der Meßarten dafür, daß der Schalter seinen fortschreitenden, zeitsparenden Zweck erfüllt.

Die bei den Messungen gegen die Umgebung und Erde durch die Seitenkapazitäten (in Parallelschaltung zu den Zweigwiderständen) im Kopplungsmesser auftretenden Zeitkonstanten-Differenzen lassen sich durch einen Differentialkondensator ausgleichen, so daß einwandfreie Tonmindestwerte den Meßgang begleiten. In den Kopplungsmessern und in den Hilfschaltern sind die Stämme gegeneinander abgeschirmt (Erde!), so daß der Symmetrierzusatz nur die Kopplungen der Adern gegen diese Schirme auszugleichen hat, um die Mitsprech- und Erdkopplungen der entsprechenden Schaltstellungen zu beseitigen. Die Übersprechkopplungen der Geräte sind bei ebenfalls erdgeschirmten Zuleitungen immer Null.

Bei den geschirmten Rundfunkleitungen sind für die Übersprechfreiheit hauptsächlich die magnetischen Kopplungen maßgebend. Ihre unmittelbare Ausmessung ist einfacher als die Übersprech- und Gegenübersprech-Dämpfungsmessung. Das Meßverfahren, das heute überall in den Kabelprüffeldern und bei Kabelabnahmen eingeführt ist, beruht darauf, daß die magnetische Kopplung, die auch komplex sein kann, nach Betrag durch eine veränderbare Gegeninduktivität und nach Phase durch eine veränderbare Wirkspannung ausgeglichen wird.

Für die Rundfunkleitungen ist ein vereinigtes Gerät zur Messung elektrostatischer und elektromagnetischer Kopplungen entstanden mit den Bereichen: kapazitiv: ± 5 pF, induktiv: ± 0,5 nH, Phase: ± 4 mΩ. Die Trägerfrequenzleitungen be-

Abb. 2. Schaltung zum magnetischen Kopplungsmesser.

nötigen einen bis 20 000 Hz verwendbaren magnetischen Kopplungsmesser (Abb. 1 und 2) mit drei Bereichen bis 100, 1000 und 10 000 nH bzw. bis 1, 10 und 100 mΩ. Bei dem kleinsten Bereich und den hohen Frequenzen muß der Meßhörer durch einen Meßbrückenverstärker empfindlicher gemacht werden; da dieser Netzanschluß hat, ist keinerlei Wartung erforderlich. Die hohen Frequenzen werden dem Ohr durch einen Zerhacker unter Vorschaltung eines Gleichrichters hörbar gemacht. Dieser ebenfalls netzbetriebene Zerhacker hat gegenüber dem Überlagerer den Vorteil der Verwendung bereits vorhandener Verstärker, weil er nur zwischen Verstärker und Meßhörer einzuschalten ist.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.
Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Diplom-Ingenieur

40 Jahre, repräsentativ, als Reiseingenieur einer Weltfirma tätig, erfolgreicher Werbefachmann auf allen Gebieten der Elektrotechnik, vorzügliche Referenzen, sucht leitenden Posten in der Verkaufsorganisation eines größeren Unternehmens, oder selbständigen Wirkungskreis bei Eltwerk als Werbeleiter für Industrie, Gewerbe und Haushalt.
Angebote unter **E. 7261** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Starkstromkabelfachm., erste Kraft in Montagen, sowie reicher Erfahrungen in Fabrikation und Abnahme, sucht sich zu verändern. Angebote erb. unter **E. 7237** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 19,

Elektro-Ingenieur
29 Jahre alt, led., vorwärtsstr., Arier, Erf. i. Install., Abnahme, Revision, Zähler-Eichung, Führerschein III, sucht einen seinen Kenntn. u. Fähigk. entspr. Wirkungskreis. Ang. u. **E. 7256** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Wir suchen für unsere Radio-Abteilung zur selbständigen Entwicklung von Rundfunkgeräten einen erfahrenen **Hochfrequenzingenieur** mit mehrjähriger Praxis.
Angebote mit Lichtbild, Werdegang, Zeugnisabschriften und Gehaltsanspruch erbeten an [7190]
SACHSENWERK,
Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft
- Personalabteilung - Niedersedlitz-Dresden

Elektromedizinische Fabrik
im In- und Auslande gut eingeführtes Unternehmen für zahnärztl. Artikel, sucht für **Verkaufsleitung u. Reise** einen kaufmännisch gebildeten
Elektro-Ingenieur
Sprachkenntnisse erwünscht. Gefl. Bewerbungsschreiben mit Zeugnissen, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 7253** an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin.

Selbständiger, ideenreicher
KONSTRUKTEUR
für Elektro-Haushaltgeräte
von Berliner Großfirma gesucht.
Erfahrungen im Getriebebau oder Blechbearbeitung erwünscht.
In Betracht kommt nur eine überdurchschnittliche Kraft, die an flottes, selbständiges Arbeiten gewöhnt ist.
Wir bitten um Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsansprüche unter Kennwort „Haushaltgeräte" unter **E. 7251** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektroofenbau
Elektrotechniker mit guten Erfahrungen im Bau von Lichtbogenofen-Transformatoren, Elektrodenregulierungen u. Hochspannungsschaltanlagen für Lichtbogenöfen zu baldigstem Eintritt gesucht. Angebote unter Beifügung von Zeugnisabschr. und Lichtbild erbeten unter **E. 7255/M. H 3123** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen zum sofortigen Eintritt
jüngere Haushaltsberaterin
Wir verlangen: Beherrschung der elektrischen Küche
Kenntnis der einschlägigen wärmetechnischen Fragen
Vollausbildung im Kochen
Sprachgewandheit. (7232)
Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen an
Städt. Eltwerk, Lüdenscheid (Westf.)

Flotter
Zeichner und Konstrukteur
möglichst mit Erfahrungen im Bau von
Schützen und Selbstanlassern
zu möglichst baldigem Eintritt gesucht.
Bewerbungen mit Lichtbild und Zeugnisabschriften erbitten [7249]
GEBR. **CRUSE** & CO., DRESDEN N 30
Spezialfabrik elektrischer Steuerapparate

Fortsetzung auf Seite 16